

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
Área de concentração: ARQUITETURA E URBANISMO
Linha de pesquisa: TECNOLOGIA E CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Nível: Doutorado

**Análises de sensibilidade e propagação de incertezas para modelagem com prioridades na
avaliação do desempenho de eficiência energética de edificações pela INI-C**

Discente: Alice Rück Drummond Dias

Orientação: Dr. Aldomar Pedrini

NATAL-RN

Setembro de 2023

ALICE RUCK DRUMMOND DIAS

**Análises de sensibilidade e propagação de incertezas para modelagem com prioridades na
avaliação do desempenho energético de edificações pela INI-C**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito à obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Aldomar Pedrini

NATAL-RN

Setembro de 2023

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Dr. Marcelo Bezerra de Melo Tinôco - DARQ - -CT

Dias, Alice Ruck Drummond.

Análises de sensibilidade e propagação de incertezas para modelagem com prioridades na avaliação do desempenho de eficiência energética de edificações pela INI-C / Alice Ruck Drummond Dias. - 2023.

288f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura. Natal, RN, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Aldomar Pedrini.

1. Eficiência energética de edificações - Tese. 2. Metamodelo - Tese. 3. Análise de sensibilidade global - Tese. 4. Propagação de incerteza - Tese. 5. INI-C - Tese. I. Pedrini, Aldomar. II. Título.

RN/UF/BSE15

CDU 72:621.311

AGRADECIMENTOS

A vida. Por tudo que ela é.

Ao meu orientador Aldomar Pedrini, por todo apoio, amizade, orientações e contribuições.

À Arthur Santos Silva, que abriu o caminho para esta tese, pelas muitas contribuições, desde métodos estatísticos e estruturação do trabalho a encaminhamentos de soluções.

À banca Ana Paula Melo, Antônio César Silveira Baptista da Silva, Arthur Santos Silva, Bianca Dantas de Araújo e Roberto Lamberts, por todas as críticas e contribuições que viabilizaram esta tese.

À CAPES, pela bolsa concedida, me dando suporte para que a pesquisa fosse desenvolvida.

À coordenação do PPGAU e ao colegiado do programa, pelas oportunidades.

À Roberto Lamberts e Ana Paula Melo pelo apoio e disponibilização do metamodelo e aos demais pesquisadores do LabEEE Leonardo Mazzaferro, Marcelo Olinger, Renata De Vecchi e Greici Ramos pelas muitas generosas contribuições.

À toda turma do LabCon/UFRN, que já passou por tantas gerações, em especial a Allyson pelas ajudas com a linguagem R e scripts, a Clarinha, Viviane, Mariana, Solange, Tiago, e todos os demais colegas. A Arthur da informática (UFRN) pelo auxílio e dúvidas com scripts.

À minha família, que tanto contribuiu para eu conciliar a tese com a maternidade e à vida com meus preciosos filhos Arthur e Davi, em especial a minha mãe Patrícia, a Mateus o qual sou grata por tudo, a meu pai Marcelo, a minha irmã linda. À minha amada vovó Zilah, e meu amado vovô Jacinto, são parte de quem eu sou. Por todo carinho de minha sogrinha Maria Luiza, Lulu, Nanda, sogrinho Fernando (In Memoriam) e toda família.

A todos que torceram por mim, amigas e amigos de alma e coração (Daniel, Ka, Lysia, Ju, May, Lulu, Bartira, Felipe).

Que desafio e quantas vitórias internas. Sou grata por tudo.

RESUMO

A necessidade de redução das emissões globais de CO₂ tem contribuído para a obrigatoriedade de atendimento de metas de desempenho energético de edificações. Em projeto de novas edificações ou de retrofit, o desempenho é obtido por simulação computacional, conforme procedimentos previstos em regulamentos e protocolos, frequentemente trabalhosos para proporcionar resultados confiáveis. A introdução de recursos estatísticos para determinação de incertezas de resultados e a popularização da simulação por metamodelos têm possibilitado identificar as características da edificação mais impactantes no desempenho energético para priorizar as incertezas das mais importantes, sem comprometer a acuracidade dos resultados. Esta tese propõe uma abordagem com prioridades para otimizar a modelagem de envoltória e controlar a avaliação de desempenho energético de edificações, usando a classificação energética da INI-C, em que as incertezas e variações das características de entrada do modelo passam a ser discriminadas pelo impacto na acuracidade dos resultados e sensibilidade global. São investigados os comportamentos de diferentes combinações de envoltória e forma, para o contexto climático quente úmido de Natal/RN, com predominância de cargas de resfriamento. As análises de sensibilidade e de incerteza são relacionadas entre si para otimizar o processo e identificar as variáveis prioritárias na carga térmica de resfriamento, sendo empregado o método baseado em variância de Sobol', scripts em linguagem R e o metamodelo RNA da INI-C, para edificações comerciais de escritório. A propagação de incertezas analisa a incerteza de variáveis isoladas e o efeito acumulado das incertezas, além de testes de limites de incertezas comparando a abordagem com prioridades com os limites do RAC INI-C. Nos resultados o PAF, sombreamento (AOV e AVS) e FS foram mais influentes. As entradas inertes variaram até 30% sem comprometer o resultado, enquanto a tolerância máxima do RAC é 15%. É demonstrado que a abordagem com prioridades pode simplificar as avaliações de desempenho sem comprometer a acuracidade, uma vez que se determinem as sensibilidades das entradas por meio de um metamodelo para discriminá-las. A abordagem se mostrou acessível quanto aos recursos computacionais, e necessária para identificar o impacto das características, dependente do contexto da edificação, valor absoluto, variação e combinação entre as demais.

Palavras-chave: eficiência energética de edificações; metamodelo; análise de sensibilidade global; propagação de incerteza; INI-C.

ABSTRACT

The need for global CO₂ emission reduction has contributed to the mandatory building energy performance targets. The performance of new buildings or retrofits is predicted by computer simulation according to detailed regulations and protocols procedures, which are often laborious to provide reliable results. The introduction of statistical resources for determining the results' uncertainty and the popularization of metamodels simulation allowed the identification of the most influential building characteristics on energy performance to prioritize the most critical uncertainties without compromising the accuracy of the results. This thesis proposes an approach with priorities to optimize envelope modeling and control the building energy performance assessment using the INI-C energy classification, whose model characteristics' uncertainty and variations become discriminated based on their impact on the results. The behaviors of different envelope combinations and shapes are assessed for the warm and humid climate of Natal/Brazil, with the predominance of cooling loads. The sensitivity and uncertainty analyses are related to each other to optimize the process and identify the priority variables in the cooling thermal load, using the method based on Sobol's variance, scripts in R language, and the ANN metamodel of INI-C for commercial and office buildings. The propagation of uncertainties analyzes the uncertainty of isolated variables and the cumulative effect of uncertainties, including tests of uncertainty limits comparing the approach with priorities within the limits of RAC INI-C. The results demonstrate that the prioritized approach can simplify energy performance evaluations without compromising accuracy once input sensitivities are determined using a metamodel to discriminate them. The procedures required commonly accessible computational resources, essential to identify the impact of characteristics, which depends on the context of the building, absolute value, variation, and combination, among others.

Key words: *building energy efficiency; metamodel; sensitivity analysis; uncertainties analysis.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Desvio padrão e intervalo de confiança	49
Figura 2.2 – Abordagem determinística x abordagem probabilística.....	50
Figura 2.3 – Indicador de distribuição da performance energética.....	51
Figura 2.4 – Exemplos de Fator de Forma (FF) e Fator de Altura (FA) de edifícios..	60
Figura 2.5 – Volumetria de edificações comerciais: exemplos gerais com Ilustrações (azul) e edificações simuladas (laranja, vermelho e rosa).....	60
Figura 2.6 – Representação do AVS e AHS.....	62
Figura 2.7 – Representação AOV em proj. estereográfica.....	62
Figura 2.8 – Representação AOV em relação a janela.	62
Figura 3.1 – Sequência de abordagens do método.....	69
Figura 3.2 – Variáveis do metamodelo consideradas nas análises.....	70
Figura 3.3 – Exemplo de ficha de organização dos dados de entrada das análises de sensibilidade.....	73
Figura 3.4 – Exemplo de resultado de sensibilidade -Índice de sensibilidade total (St).	74
Figura 3.5 – Exemplo de resultado de interação (St-Si).	74
Figura 3.6 – Exemplo de resultado de agrupamento por sensibilidade - gráfico radar.	76
Figura 3.7 – Procedimentos para determinação da sensibilidade de casos.....	77
Figura 3.8 – Divisão das zonas térmicas (ZTs)	78
Figura 3.9 – Exemplo de diagrama com casos da análise de incerteza.....	84
Figura 3.10 – Exemplo de resultado de incerteza da classificação de eficiência energética.....	87
Figura 3.11 – Casos analisados na incerteza entre níveis de eficiência.	89
Figura 3.12 – Exemplo de ficha de entrada para análise de incerteza.....	90
Figura 3.13 – Exemplo de resultado de propagação de incerteza local.	92

Figura 3.14 – Exemplo de resultado de propagação de incerteza global.....	93
Figura 3.15 – Exemplo de resultado de incerteza com curva de densidade.	94
Figura 3.16 – Exemplo de limites de incerteza conforme sensibilidade em comparação ao % do RAC.....	95
Figura 3.17 – Exemplo de Incerteza entre níveis de eficiência – Curva posição extremidade.....	96
Figura 3.18 – Exemplo de resultado de Incerteza do edifício – Histograma de frequência acumulada (a esquerda) e Curvas de densidade de probabilidade (a direita).	98
Figura 3.19 – Exemplo de resultado de Incerteza – Diagrama de caixa das zonas térmicas do edifício.	98
Figura 4.1 – Sensibilidade total (St).	102
Figura 4.2 – Interação (St-Si).	103
Figura 4.3 – Variações de sensibilidade total (St) do PAF.	104
Figura 4.4 – Variações de interação (St-Si) do PAF.....	104
Figura 4.5 – Gráfico radar para cinco grupos - PAF.....	106
Figura 4.6 – Distribuição de ocorrências de PAF estratificado (com FS 0,82).	107
Figura 4.7 – Variações de sensibilidade total (St) do FS.....	108
Figura 4.8 – Variações de interação (St-Si) do FS.	108
Figura 4.9 – Gráfico radar para quatro grupos de FS.....	110
Figura 4.10: Variações de sensibilidade total (St) do AVS	111
Figura 4.11: Variações de interação (St-Si) do AVS	111
Figura 4.12. Gráfico radar para grupos - AVS.....	113
Figura 4.13 – Variações de sensibilidade total (St) do AOV.....	114
Figura 4.14 – Variações de interação (St-Si) do AOV	114
Figura 4.15 – Gráfico radar para quatro grupos - AOV.	116
Figura 4.16 – Variações de sensibilidade total (St) de Ucob.....	117

Figura 4.17 – Variações de interação (St-Si) de Ucob.	117
Figura 4.18. Gráfico radar para quatro grupos - Ucob.....	119
Figura 4.19 – Variações de sensibilidade total (St) de aCOB.	120
Figura 4.20 – Variações de interação (St-Si) de aCOB.....	120
Figura 4.21 – Gráfico radar para quatro grupos com aCOB.....	122
Figura 4.22 – Casos IC1 a IC3 (análise A).....	124
Figura 4.23 – Casos IC4, IC5, IC22 a IC24 (análise B).....	125
Figura 4.24 – Casos IC6 a IC8 (análise C).....	126
Figura 4.25 – Incertezas para IC9, IC10, IC3 (análise D).....	127
Figura 4.26 – Incertezas para IC11 a IC13 (análise E)	128
Figura 4.27 – Incertezas para IC13 a IC15 (análise F).....	129
Figura 4.28 – Incertezas para IC16 a IC18 (análise G).....	130
Figura 4.29 – Incertezas para IC19 a IC21 (análise H).....	131
Figura 4.30 – Incerteza local de Ucob para diferentes absorvâncias acob (IC25, 26 e 27 análise I).....	132
Figura 4.31 – Incerteza local de acob para diferentes transmitâncias Ucob (IC28, 29 e30 análise J).....	133
Figura 4.32 – Relação entre sensibilidade e incerteza.....	134
Figura 4.33 – Resultados de Incerteza, com gráfico de amplitude de incerteza e edif. T1-T2.....	137
Figura 4.34 – Curva de densidade de probabilidade e limites de classificação energética para variações de 10%, 20% e 30% de T1.....	138
Figura 4.35 – Curva de densidade de probabilidade e limite de classificação energética para variação de 10%, 20% e 30% de T2.	138
Figura 4.36 – Resultados de Incerteza, para intervalo, amplitudes e classificação energética de T1.	139

Figura 4.37: Resultados de Incerteza – Intervalo, amplitudes e classificação energética T2	140
Figura 4.38 – Resultados de Incerteza 10%, 20% e 30% – Horas de ocupação (hOcc) T1.	141
Figura 4.39 – Limites de incertezas conforme sensibilidade x RAC.....	142
Figura 4.40 – Resultado de Incerteza entre níveis de eficiência para posição de desempenho na extremidade.....	143
Figura 4.41 – Resultado de Incerteza entre níveis de eficiência para posição de desempenho central.....	144
Figura 4.42 – Fluxograma demonstrando aplicação da abordagem - Avaliação envoltória INI-C.	147
Figura 0.1: Comparação de diferentes distribuições das entradas.....	175
Figura 0.2: Propagação da incerteza de diferentes distribuições na entrada	176

LISTA DE TABELA

Tabela 2.1 – Níveis de tolerância do RAC INI-C (BRASIL, 2022).	37
Tabela 3.1 – Casos avaliados quanto às variações de sensibilidade de valores específicos.	71
Tabela 3.2 – Exemplo de resultado de classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si).	75
Tabela 3.3 – Exemplo de resultado dos grupos – Índices de sensibilidade (St).....	76
Tabela 3.4 – Exemplo de diferenciações de sensibilidade de grupos.	76
Tabela 3.5 – Parâmetros projetuais de entrada do modelo RNA da INI-C.	78
Tabela 3.6 – Parâmetros de entrada climáticos das redes neurais INI-C.	79
Tabela 3.7 – Escala de classificação de sensibilidade	81
Tabela 3.8 – Escala de classificação de interação.	82
Tabela 3.9 – Configurações de plantas-baixa e geometria.	83
Tabela 3.10 – Descrição dos casos da análise de incerteza local.	85
Tabela 3.11 – Níveis de tolerância analisados com base no RAC INI-C (Portaria ° 309/2022).	87
Tabela 3.12 – Exemplo de tabela com probabilidade de classificação do nível de eficiência energética, amplitudes, intervalo e CgTR médio.	94
Tabela 3.13 – Exemplo de obtenção de amostras normalizadas de uma zona térmica.	97
Tabela 4.1 – Sensibilidade total (St) e classificação das variáveis.....	102
Tabela 4.2 – Classificação de interação (St-Si).....	103
Tabela 4.3 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de PAF.	105
Tabela 4.4 – Grupos PAF – Índices de sensibilidade (St).	106
Tabela 4.5 – Diferenciações de sensibilidade de grupos - PAF.	107

Tabela 4.6 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de FS.	109
Tabela 4.7 – Grupos FS e Índices de sensibilidade (St).	110
Tabela 4.8 – Diferenciações de sensibilidade de grupos FS.....	110
Tabela 4.9. Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de AVS.....	112
Tabela 4.10. Grupos AVS – Índices de sensibilidade (St).....	113
Tabela 4.11. Diferenciações de sensibilidade de grupos AVS.	113
Tabela 4.12 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de AOV.	115
Tabela 4.13. Grupos AOV – Índices de sensibilidade (St).	116
Tabela 4.14. Diferenciações de sensibilidade de grupos AOV.....	116
Tabela 4.15 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de Ucob.....	118
Tabela 4.16 – Grupos Ucob com índices de sensibilidade (St).....	119
Tabela 4.17 – Diferenciações de sensibilidade de grupos Ucob.....	119
Tabela 4.18 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de aCOB.	121
Tabela 4.19 – Grupos aCOB – Índices de sensibilidade (St).	122
Tabela 4.20 – Diferenciações de sensibilidade de grupos aCOB.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1– Estudos que definem tipologias representativas de edifícios comerciais no Brasil.	39
Quadro 2.2 – Propósitos de análise de sensibilidade.....	41
Quadro 2.3 – Comparação entre métodos de análise de sensibilidade.	44
Quadro 2.4 – Exemplos de resultado de análise de incerteza.	55
Quadro 2.5 – Métricas usadas para caracterização da geometria de edifícios.	59
Quadro 3.1 - Níveis de detalhamento de variáveis da envoltória e demais.....	70
Quadro 3.2 – <i>Scripts</i> utilizados na determinação de sensibilidade e incerteza	80

TERMOS E DEFINIÇÕES

Os seguintes termos e definições são considerados neste trabalho (com base em Silva, 2016):

a) Experimento: também chamado de experimento numérico, computacional ou estatístico, refere-se a uma investigação matemática, que possui uma finalidade definida, modelos, parâmetros, entradas e saídas. Análises de sensibilidade por exemplo são realizadas através de um experimento numérico. É realizada pelas etapas de planejamento, execução, tratamento de dados e interpretação.

b) Modelo: representação térmica, física e geométrica de uma edificação para fins de simulação computacional. Os modelos de um experimento numérico são também chamados de amostras, gerados a partir de uma combinação estatística dos parâmetros analisados.

c) Parâmetros: são os “objetos” do modelo computacional, que admitem valores variáveis (quando são definidos como variável independente) ou fixos no experimento.

d) Variáveis independentes: são os parâmetros do modelo que são analisados para verificar sua relevância. Estas são as variáveis que possuem seus valores variáveis, sendo consideradas como “entradas” de um modelo num experimento.

e) Variável dependente: são os dados de saída dos modelos, referente aos critérios de desempenho definidos (necessários para o experimento estatístico e cálculo dos índices de sensibilidade);

f) Amostras: se refere aos modelos criados por meio de técnica de amostragem estatística específica. As amostras são definidas a partir da combinação dos parâmetros variáveis do modelo (variáveis independentes).

g) Espaço amostral: é o conjunto de todos os valores possíveis de uma variável independente. Pode ser ‘contínuo’ ou ‘discreto’; o primeiro se refere a uma função de densidade de probabilidade, enquanto o segundo se refere a um conjunto de níveis predefinidos com probabilidade de ocorrência conhecida.

h) Célula: forma simplificada de representação de parcela da edificação, subdividindo os espaços do edifício conforme critérios de zona térmica (ASHRAE., 2016), em situação adiabática com as paredes adjacentes do edifício.

i) Campo de solução: contexto específico de combinação de características (Design Space)

LISTA DE ABREVIATURAS

AHS	Ângulo Horizontal de Sombreamento (°)
AVS	Ângulo Vertical de Sombreamento (°)
AOV	Ângulo de Obstrução de Vizinhança (°)
CgTR / CR	Carga térmica de refrigeração anual (kWh/ano)
DCgTR	Densidade de carga térmica de refrigeração anual, obtida pelo metamodelo INI-C (kWh/m ²)
Dp/Desvpad	Desvio Padrão
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FS	Fator Solar
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LHS	Hiper cubo latino
PD	Pé Direito (m)
PAF/WWR	Percentual de Abertura na Fachada (WWR - <i>Window to Wall Ratio</i>) (%)
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
RNA	Redes Neurais Artificiais (tipo de metamodelo)
α_{cob}	Absortância solar da cobertura
α_{par} /aPAR	Absortância solar das paredes externas
CTcob	Capacidade Térmica da cobertura (kJ/m ² K)
CTpar	Capacidade Térmica das paredes externas (kJ/m ² K)
Ucob	Transmitância Térmica da cobertura (W/m ² K)
Upar	Transmitância Térmica das paredes externas (W/m ² K)
Uvid	Transmitância Térmica do vidro (W/m ²)
ZT(s)	Zona(s) térmica(s)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS.....	23
2.1.1	SIMULAÇÃO TERMO ENERGÉTICA	26
2.1.2	METAMODELOS	28
2.1.3	CONJUNTO MÍNIMO DE CARACTERÍSTICAS PRIORITÁRIAS	30
2.2	ETIQUETAGEM ENERGÉTICA (INI-C)	33
2.2.1	PROCEDIMENTO PARA CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA INI-C	35
2.2.2	METAMODELO INI-C	35
2.2.3	TOLERÂNCIA DO RAC INI-C	36
2.2.4	TIPOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS	38
2.3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E INCERTEZAS	40
2.3.1	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	40
2.3.2	PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	47
2.3.3	ANÁLISE DE INCERTEZA	49
2.3.4	ABORDAGENS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE INCERTEZA	52
2.3.5	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS	56
2.4	VARIÁVEIS INFLUENTES NO DESEMPENHO	57
2.4.1	A FORMA DO EDIFÍCIO	57
2.4.2	ABERTURAS: PERCENTUAL DE ABERTURA NA FACHADA (PAF) E SOMBREAMENTO	61
2.4.3	PROPRIEDADES TÉRMICAS DA ENVOLTÓRIA E EXPOSIÇÃO DO PISO E COBERTA	63
2.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA	64
3	MÉTODO	68
3.1	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	69

3.1.1	SISTEMATIZAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS _____	72
3.1.2	PROCEDIMENTOS E SIMULAÇÕES _____	77
3.1.3	CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA _____	81
3.2	ANÁLISES DE PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS	82
3.2.1	INCERTEZA LOCAL _____	84
3.2.2	INCERTEZA GLOBAL ACUMULADA _____	86
3.2.3	LIMITES DE INCERTEZAS DE ENTRADA _____	87
3.2.4	FICHAS DE AVALIAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE RESULTADOS _____	89
3.2.5	PROCEDIMENTOS E SIMULAÇÕES _____	96
3.3	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA (NATAL/RN)	98
4	RESULTADOS	101
4.1	SENSIBILIDADE	101
4.1.1	COMPORTAMENTO DE SENSIBILIDADE NO CONTEXTO CLIMÁTICO _____	101
4.1.2	VARIAÇÕES DE SENSIBILIDADE _____	103
4.2	PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS	123
4.2.1	LOCAL _____	123
4.2.2	GLOBAL ACUMULADA _____	135
4.2.3	LIMITES DE INCERTEZA DAS ENTRADAS _____	142
4.3	ASPECTOS DE APLICAÇÃO DA ABORDAGEM	144
5	CONCLUSÕES	148
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
	APÊNDICE 1: USO DOS SCRIPTS EM LINGUAGEM R - PROCEDIMENTO OPERACIONAL	171
	APÊNDICE 2: COMPARAÇÃO DE TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ENTRADAS PARA ANÁLISE DE INCERTEZA BASEADA NAS TOLERÂNCIAS DO RAC	175
	APÊNDICE 3: CONFIGURAÇÃO DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE	177

APÊNDICE 4: RESULTADO DAS ANÁLISES DE INCERTEZA LOCAL	194
APÊNDICE 5: RESULTADO DAS ANÁLISES DE INCERTEZA GLOBAL	231
APÊNDICE 6: RESULTADO DAS ANÁLISES DE LIMITES DE INCERTEZAS	285

1 INTRODUÇÃO

A necessidade da redução das emissões globais de CO₂ tem contribuído para a maior exigência dos requisitos de eficiência energética das edificações e dos procedimentos de avaliações de desempenho (EKSTRÖM et al., 2021; NEALE et al., 2022). Entretanto, as avaliações de um determinado nível de eficiência energética, balanço zero de energia, dentre outras metas, podem ser comprometidas pelas incertezas dos métodos de quantificação. As consequências podem ser o retrabalho, indenizações financeiras, além do descrédito dos profissionais, do programa de eficiência energética, e de novos modelos de negócios, como os contratos de desempenho¹ (DE WILDE, 2014; RIVALIN *et al.*, 2018).

Há várias causas para o comprometimento da acuracidade e da fidelidade das predições de desempenho, relacionadas com a ferramenta de quantificação (como programas de simulação e metamodelos) e com a qualidade do modelo que representa a edificação (DE WILDE, 2014; DE WIT; AUGENBROE, 2002). As limitações específicas de cada ferramenta são frequentemente conhecidas devido aos testes e procedimentos de validações, e são reconhecidos nos protocolos das normas e outros requisitos. A qualidade do modelo depende do contexto de cada caso e da experiência do usuário. Nos métodos tradicionais de simulação de predição determinísticos², são desconsideradas as incertezas e/ou variações das características do modelo, como propriedades físicas, uso e ocupação, enquanto é recorrente encontrar características ainda indefinidas no processo projetual, conforme o detalhamento necessário (CHONG et al., 2016; JAIN et al., 2015; TIAN et al., 2018a).

O modelo da edificação projetada ou construída, assim como de um retrofit, deve reproduzir as características influentes no comportamento energético da edificação para prever o comportamento fidedignamente, como a geometria, formas de uso e ocupação, e propriedades físicas. O modelo pode variar quanto ao detalhamento e controle de incertezas das entradas, como modelos simplificados de baixos custos com altas incertezas de entrada,

¹ Nos "Contratos de Desempenho" o contratante adquire um edifício com desempenho especificado, e o contratado assume eventuais perdas e ganhos com base no desempenho real do edifício. Este tipo de contrato estimula a competitividade de edifícios de melhor desempenho, porém pode ocasionar prejuízo ao contratado caso a discrepância entre desempenho aferido e medido não atenda ao esperado.

² A abordagem determinística é a prática recorrente de avaliação de edifícios onde é definido um único valor de resultado (modelando o edifício como se ele representasse com exatidão as características) sem considerar quaisquer incertezas dos parâmetros (como incertezas termo físicas, operacionais, climáticas). Esta abordagem contrapõe a abordagem probabilística que considera as incertezas dos parâmetros e resulta em uma probabilidade de ocorrência dos resultados de desempenho.

a modelos detalhados com rigoroso controle das incertezas das características. Quanto maior o detalhamento do modelo, maiores são o custo e o tempo de execução, sem necessariamente aumentar a acuracidade dos resultados de forma proporcional (EKSTRÖM *et al.*, 2021). Cabe ao usuário da ferramenta ou modelador decidir as características, de acordo com os recursos disponíveis e exigências, baseados em técnicas de julgamento muitas vezes subjetivas e que diferem entre os especialistas (EGAN *et al.*, 2018; HONG; LANGEVIN; SUN, 2018; NEALE *et al.*, 2022). Porém, profissionais com alta capacitação e experiência nem sempre são capazes de discriminar as entradas mais relevantes na modelagem (IMAM; COLEY; WALKER, 2017) porque os edifícios são sistemas altamente complexos e estocásticos por natureza, com uma infinidade de arranjos possíveis de características e interações não lineares (DELGARM *et al.*, 2018; EGAN *et al.*, 2018).

As ferramentas de predição não favorecem a modelagem de acordo com suas relevâncias, para proporcionar modelos confiáveis com otimização de tempo e recursos (HONG; LANGEVIN; SUN, 2018; NEALE *et al.*, 2022). A sequência de caracterização das variáveis de entrada do modelo depende de cada ferramenta, e é tratada de forma indiferente, sem diferenciação por impacto nos resultados (RINGEL; CAPELUTO, 2020).

No Brasil, a INI-C (Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas) (BRASIL, 2022) aperfeiçoa³ os requisitos técnicos que classificam as edificações, desde o nível “A”, mais eficiente, ao nível “E”, menos eficiente. A obrigatoriedade gradativa e o aumento do rigor são esperados em políticas públicas, assim como ocorre em diversos países, sendo atualmente compulsória apenas para edificações públicas federais desde 2014 (BRASIL, 2014). A aplicação da INI-C é conduzida pelos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética das Edificações (conhecido como RAC), que define o processo de etiquetagem quanto ao tratamento dos dados de entrada, limites de tolerância, levantamento de dados, amostragem, agentes envolvidos, dentre outros. Apesar das melhorias nos métodos e critérios técnicos, o RAC⁴, assim como a maioria das análises de desempenho, não discrimina o impacto das

³ O método da INI-C substitui o método do regulamento RTQ-C (Portaria 372/2010), atualmente os métodos de etiquetagem encontram-se em processo de transição (do RTQ-C para o INI-C).

⁴ O RAC não diferencia a modelagem e qualidade dos dados de entrada conforme clima ou características da edificação, como considera o INI-C, definindo processo padronizado em todo território nacional.

entradas nos resultados, implicando em modelagem da envoltória de edificações que demandam tempo sem necessariamente aumentar a acuracidade. Outra limitação é a abordagem determinística, que não considera incertezas⁵, podendo comprometer metas, como nível A de eficiência energética para edificações públicas.

A integração de técnicas estatísticas e de aprendizado de máquina tem proporcionado análises de incerteza e de sensibilidade global a partir de metamodelos. A análise de incerteza é uma abordagem probabilística que considera a probabilidade do resultado de desempenho em função das incertezas. Esta é mais apropriada e confiável que a abordagem determinística⁶, e com perspectiva de uso crescente nas avaliações energéticas de edifícios e recomendada para regulamentos energéticos, apesar de ainda incipiente (HEIJMANS; WOUTERS; LONCOUR, 2008; TIAN *et al.*, 2018a). O uso da análise de sensibilidade global também vem aumentando, a exemplo do método de Sobol', que emprega técnicas estatísticas e variação de todos os parâmetros simultaneamente, para identificar a influência das variáveis e suas interações (TIAN *et al.*, 2018a). As análises de incerteza e sensibilidade global, antes inviáveis devido ao alto custo computacional, são acessíveis por meio de metamodelos, que proporcionam resultados instantâneos quanto ao desempenho energético de edifícios (SONG *et al.*, 2014; TIAN *et al.*, 2018c; YANG *et al.*, 2016). Os metamodelos possibilitam análises mais otimizadas e acessíveis, sendo aplicado no regulamento energético brasileiro (INI-C) através de metamodelo por redes neurais artificiais (RNA) (BRE; ROMAN; FACHINOTTI, 2020; LOPES; LAMBERTS, 2018; MELO, 2012; TIAN *et al.*, 2017c; VERSAGE, 2015).

A análise de sensibilidade e incerteza se complementam uma vez que a determinação da sensibilidade das entradas vem sendo utilizada para auxiliar o controle da acuracidade de análise de desempenho, porém requer a construção prévia de um universo de combinações de variáveis para proceder a análise estatística. O metamodelo da INI-C apresenta um universo de combinações das características mais influentes no desempenho energético de envoltória, que possibilita o desenvolvimento de uma abordagem integrada de sensibilidade e método, para investigar a otimização de análises energéticas de edificações, sem comprometimento

⁵ O RAC não considera incertezas, porém considera percentuais de tolerância conforme etapa de inspeção.

⁶ Abordagem determinística é considerada a prática recorrente de avaliação onde é definido um valor de resultado (e não faixa de valor), sem considerar quaisquer incertezas dos parâmetros (como incertezas termo físicas, operacionais, climáticas).

da acuracidade dos resultados, que passa pela discriminação das entradas por ordem de impacto nos resultados.

Nesse contexto de muitos obstáculos para o atendimento de metas de desempenho energético, esta tese investiga a hipótese que a avaliação energética de edificações pode ser simplificada (otimizada) sem comprometer a acuracidade dos resultados, por meio do controle das incertezas das variáveis de entrada mais sensíveis, empregando metamodelo.

A pesquisa pretende responder questões como:

- Como se comportam as características prioritárias em diferentes contextos? Existe correlação entre as incertezas e a sensibilidade para determinar o conjunto mínimo de características prioritárias? É justificável tratamento diferenciado das características prioritárias para controle das incertezas? A abordagem priorizada se justifica no contexto brasileiro? Como as características prioritárias se relacionam em diferentes combinações de envoltória?
- É possível aperfeiçoar o processo de avaliação de conformidade da etiquetagem brasileira a partir das variáveis mais influentes? É possível adequar o rigor da documentação e avaliação de etiquetagem (qualidade dos dados de entrada) conforme impacto da incerteza nos resultados?

Os trabalhos anteriores que consideram sensibilidade global e incerteza se limitam a estudos de casos, em sua maioria fora do contexto brasileiro e sem predominância de carga térmica de resfriamento, não abordando as relações com a geometria e envoltória do edifício e sem considerar contexto de atendimento de metas de nível de eficiência energética, justificando a tese.

O objetivo geral da tese é a propor uma abordagem com prioridades para otimizar a modelagem de envoltória e controlar a avaliação de desempenho energético de edificações, usando a classificação energética da INI-C, em que as incertezas e variações das características de entrada do modelo passam a ser discriminadas pelo impacto na acuracidade dos resultados e pela sensibilidade global.

Os objetivos específicos da tese são:

1. Operacionalizar uma abordagem probabilística com metamodelo RNA INI-C⁷, integrando análises de sensibilidade global e propagação de incertezas, para análise de desempenho e classificação energética da envoltória pela INI-C;
2. Discriminar as características da edificação por sensibilidade no comportamento energético;
3. Relacionar a sensibilidade das variáveis com a propagação de incertezas nos resultados para priorizar as características mais importantes da modelagem;
4. Identificar o efeito acumulado das incertezas das variáveis na estabilização da acuracidade dos resultados;
5. Relacionar incertezas das variáveis de entrada com a classificação energética admissíveis no RAC INI-C, incluindo o comportamento das incertezas entre níveis de classificação energética e fluxograma de aplicação.

A abordagem é considerada discriminativa porque as incertezas e variações das características de entrada (do modelo) deixam de ser tratadas da mesma forma e passam a ser discriminadas pelo impacto na acuracidade dos resultados. A modelagem das características prioritárias se torna mais rigorosa para controlar a acuracidade, enquanto se flexibiliza a determinação das demais características para poupar tempo e esforços desnecessários. Como as prioridades mudam, a tese investiga estas alterações para diferentes formas e envoltórias da edificação. Os procedimentos para determinação das prioridades combinam análises paramétricas de sensibilidade global e de incerteza, relacionando-as, para quantificar o impacto na propagação de incertezas e atendimento de metas, com recorte de aplicação da INI-C, no contexto climático quente úmido de Natal/RN onde predomina carga de resfriamento.

A tese está estruturada em quatro capítulos: 1) revisão bibliográfica, com destaque para os temas análise de sensibilidade, incerteza, avaliação energética de edifícios e a INI-C; 2) descrição dos métodos de investigação, procedimentos de análise e recorte; 3) resultados com discussões; e 4) conclusões.

⁷ Metamodelo de redes neurais artificiais desenvolvimento no âmbito da etiquetagem de edificações da INI-C para predição da carga térmica de resfriamento. Foi utilizado na tese o metamodelo disponibilizado em 2018 pelo Labeee/UFSC (MAZZAFERRO, 2018). Obs: O metamodelo pode ser aprimorado e substituído com o passar do tempo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica compreende a avaliação energética de edificações, a etiquetagem energética brasileira (INI-C), a análise de sensibilidade e incertezas e as variáveis influentes no desempenho.

No item avaliação energética de edificações é abordado a simulação termo energética, metamodelos e conjunto mínimo de características prioritárias, introduzindo as abordagens e contexto das avaliações energéticas, os métodos mais recorrentes de avaliação, destacando a acuracidade de desempenho e o conjunto mínimo de características prioritárias, relacionados as lacunas do conhecimento de contribuição da tese.

O tópico etiquetagem energética (INI-C) aborda os regulamentos de eficiência energética de edificações no Brasil, com enfoque para o método do INI-C, seus procedimentos de classificação energética, tolerâncias para os dados de entrada (RAC INI-C) além de tipologias de edificações comerciais no Brasil.

No tópico de análises de sensibilidade e incerteza são apresentados os conceitos estatísticos, nomenclaturas específicas, etapas de execução e os diferentes métodos e formas de aplicação na área de desempenho energético de edifícios. O tópico embasa a seleção do método mais apropriado para a pesquisa, além de questões de cunho prático para implementação das análises, como programas e scripts.

As variáveis influentes no desempenho são abordadas quanto às características das edificações relevantes no desempenho energético como a forma do edifício, aberturas, sombreamento e propriedades térmicas da envoltória, com ênfase para as características utilizadas no metamodelo da INI-C.

2.1 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

As avaliações e classificações energéticas de edificações constituem iniciativas cada vez mais recorrentes em diversos países, no contexto de racionalização de recursos. A demanda energética de edifícios representa 40% do consumo global e 38% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) (OLU-AJAYI *et al.*, 2022), sendo um dos principais responsáveis pelo consumo de energia total no mundo, com estimativa do crescimento global de mais de 50% antes de 2030 (MAWSON; HUGHES, 2020). No Brasil, as edificações correspondem a 30% da

emissão direta de CO₂ e 40% de indireta. Vários fatores contribuem para o aumento, como a crescente demanda de energia para aquecimento e resfriamento com o aumento da aquisição de condicionadores de ar e eventos climáticos extremos (IEA, 2022). Vários compromissos de mitigação vêm sendo assumidos, como o Acordo de Paris e, no Brasil, as metas do Plano Nacional de Energia (PNE) 2050 e Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2031, e plano de compulsoriedade nacional da etiquetagem energética em andamento⁸. No contexto europeu são assumidos compromissos mais rigorosos, com meta de descarbonização do parque edificado até 2050, onde edifícios de energia quase zero (NZEBs) são um padrão para novos edifícios desde 2011 (MADUTA *et al.*, 2022). A arquitetura está cada vez mais em evidência internacionalmente, devido ao seu potencial de economia energética, apesar da prática atual dominante dos projetos de edifícios no Brasil não considerar diretamente os aspectos de desempenho energético na concepção (OLIVEIRA; PEDRINI, 2023) .

Os códigos energéticos estão cada vez mais rigorosos em diversos países, com a implementação de mecanismos de regulação energética (leis, códigos e regulamentos) em suas políticas públicas, estimulando edifícios mais eficientes, propondo medidas de controle, incentivos e combatendo grandes consumidores. As medidas de eficiência energética evitam ou postergam investimentos de ampliação do sistema de geração de energia, mostrando-se eficientes e de menor custo financeiro e ambiental que a ampliação do sistema (MORISHITA, 2011). No Brasil, os regulamentos de eficiência energética de edifícios passam por fase de aperfeiçoamento de requisitos técnicos (item 2.2) e o plano de compulsoriedade prevê expansão da obrigatoriedade de etiquetagem de edifícios, além dos edifícios públicos em vigor (BRASIL, 2014).

Os métodos de avaliação do desempenho energético dos edifícios variam em complexidade e confiabilidade, de acordo com o propósito da análise, e os mais recorrentes são: a) “prescritivos”, a exemplo da norma NBR15575⁹, que estabelece limites de propriedades dos sistemas construtivos conforme zona bioclimática; b) “simplificados”, que utilizam cálculos, equações simplificadas ou metamodelos, como no método de etiquetagem brasileiro (BRASIL, 2010, 2022); c) ferramentas de simulações computacionais de edifícios

⁸ A análise de impacto regulatório para plano de compulsoriedade da etiquetagem de eficiência energética de edifícios em andamento, com informações disponíveis em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/airpbeedifica.aspx>

⁹ A norma NBR15575 inclui outros métodos além do prescritivo, como simulação termo energética.

(Building Performance Simulation – BPS), um dos métodos mais difundidos e confiáveis para quantificação do desempenho (KHEIRI, 2018; ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2017).

As ferramentas de avaliações são diferenciadas em: a) modelos do tipo caixa branca, que são modelos matemáticos que reproduzem o comportamento térmico dos edifícios, por meio de equações de transferência de calor e umidade (como as simulações computacionais); b) modelos tipo caixa preta, que são modelos fechados cuja estrutura interna é desconhecida ou de complexidade potencialmente alto (por exemplo modelos estatísticos não baseados em comportamento termo físico) ; c) modelos tipo caixa cinza (metamodelos ou *surrogate models*), conhecidos como modelos híbridos, por combinar as funcionalidades principais de simulações computacionais com o potencial das previsões estatísticas (SUN; BURTON; HUANG, 2021).

Os métodos de avaliação podem se beneficiar de recursos de otimização de modelagem, para atender demandas dos projetistas, sobretudo nas fases iniciais (POEHLS, 2017; OH et al., LENNART, 2017; PEDRINI; SZOKOLAY, 2005; NEMBRINI, 2014), como no âmbito de regulamentos energéticos, para maior rapidez e fidelidade das análises (ABDELAZIM et al., 2017; IWARO 2010; FOSSATI, 2016). Métodos simplificados de correlações entre o consumo energético e as variáveis mais relevantes das edificações têm sido propostos para auxiliar o processo de tomada de decisão e tornar as análises de desempenho mais acessíveis (ALANZI; SEO; KRARTI, 2009; CHEN *et al.*, 2020; GEYER; SCHLÜTER, 2014; OH; SUNG; KIM, 2017; RACKES, 2016; RINGEL; CAPELUTO, 2020), visto a complexidade da interação dos parâmetros arquitetônicos e das simulações (TALAMI; JAKUBIEC, 2020).

Os regulamentos costumam classificar os edifícios de forma genérica, aplicando critérios similares em grandes edifícios verticais de planta livre e edifícios baixos de pequeno porte, embora sejam significativamente diferentes morfológicamente quanto ao tamanho, forma, sistemas e atributos para obter o nível de eficiência energético (JAVANROODI; NIK; MAHDAVINEJAD, 2019; RINGEL; CAPELUTO, 2020). Ringel e Capeluto (2020) propuseram uma rápida e fácil análise do potencial de economia energética de edifícios de escritório, por meio de um perfil energético, que diferencia elementos chave de tipologias arquitetônico-energéticas (envoltória, compactidade, formato, flexibilidade da planta do pavimento, acesso a luz natural, eficiência do pavimento e subdivisão do espaço), úteis em edifícios existentes

ou nas fases projetuais. Foram criados cenários teóricos para cada parâmetro, visando explorar os atributos morfológicos e compreender sua influência no consumo energético, sendo defendido que um perfil energético precisa de uma abordagem holística considerando não apenas a solução tecnológica atrelada ao consumo energético, mas também quanto a soluções arquitetônicas, considerando o amplo espectro de morfologia das edificações. Outros trabalhos exploram a relação entre PAF, forma do edifício e tipo de vidro, consideradas determinantes no consumo energético, propondo equações simplificadas (ALANZI; SEO; KRARTI, 2009; ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2017; OURGHI; AL-ANZI; KRARTI, 2007).

2.1.1 SIMULAÇÃO TERMO ENERGÉTICA

Os programas de simulação computacional (BPS) são difundidos para a predição do desempenho energético de edificações, e utilizam algoritmos que modelam a complexidade de processos físicos de transferência de calor, iluminação, acústica e movimento de ar, assumindo condições dinâmicas de contorno, baseadas em métodos numéricos que buscam aproximar as complexidades do mundo real (HENSEN; LAMBERTS, 2011). Os resultados mais recorrentes são fluxo de calor, temperatura do ar, temperaturas superficiais e consumo de energia.

Os principais programas são o Energyplus, ESP-r, TRNSYS, dentre outros (BRE; ROMAN; FACHINOTTI, 2020). O EnergyPlus é uma das principais ferramentas de simulação, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos EUA, e corresponde à evolução dos programas DOE-2 (1960) e BLAST (1970), com mais de 20 anos de desenvolvimento (ENERGYPLUS, 2015). O software é uma ferramenta de código aberto que permite interfaces gráficas de usuário (GUIs) de terceiros e resultados de simulação em diferentes formatos como HTML e CSV interoperáveis com outros programas (ATTIA *et al.*, 2012) (vide item 2.3.5). O EnergyPlus apresenta, nas versões mais atuais, um pré-processador paramétrico (*EnergyPlus parametric IDF object*), que possibilita parametrizar objetos visando análise de sensibilidade, porém suas limitações impossibilitam aplicar métodos de análise de sensibilidade robustos como Sobol', sendo utilizados recursos complementares como linguagem R, jEPlus, GenOpt, etc, para integrar as análises de sensibilidade com o EnergyPlus (TIAN, 2013). Apesar de ser uma ferramenta robusta e confiável, apresenta limitações também comuns a outros programas: a) tempo necessário para simulação e obtenção de

resultados (HENSEN; LAMBERTS, 2011); b) falta de hierarquia na modelagem, sem diferenciar os parâmetros mais relevantes para a confiabilidade dos resultados e economia de tempo; c) necessidade de modelagem de características ainda desconhecidas ou indefinidas (PEDRINI, 2003).

Uma das formas de otimizar o tempo da simulação termo energética é a utilização de computadores em cluster, para aumentar a capacidade de processamento, porém este método nem sempre é acessível ou disponível. Ainda existem métodos que propõem diminuir o número de simulações sem perder o rigor dos resultados, como os métodos de amostragem (ROMAN *et al.*, 2020). A alternativa crescente para situações em que são necessárias centenas ou milhares de simulações (como as análises multicritério, sensibilidade e incerteza) é o uso de metamodelos, devido ao custo computacional (ROMAN *et al.*, 2020).

A execução de simulação computacional requer a modelagem das características geométricas e inserção das propriedades termo físicas dos componentes construtivos. São consideradas simplificações de modelagem, sobretudo para primeiras fases projetuais, uma vez que a modelagem do edifício pode consumir considerável tempo e sobrecarregar o modelo de informações não influentes nos resultados (LIMA, 2012; POEHLS, 2017).

A modelagem de apenas parte da edificação, representada por uma célula ou zona térmica, tem sido usada para simplificar os procedimentos (PEDRINI; SZOKOLAY, 2005), e para identificar especificidades das zonas térmicas, de acordo com o azimute das fachadas, a exemplo do sombreamento, luz natural, ganho de calor por radiação solar, dentre outros, que são mascaradas pela análise integral de todo o edifício (PEDRINI, 2003). As principais vantagens são: a) análise generalizada não atrelada a um formato de edifício específico, de forma flexível e abrangente (VERSAGE, 2015); b) diferenciação entre zonas ativas, passivas e híbridas adequadas para análises com ênfase no aproveitamento de recursos passivos (PEDRINI, 2003); c) análises paramétricas com maior eficiência no custo computacional (LOUKAIDOU; MICHPOULOS; ZACHARIADIS, 2017). As limitações dessa abordagem¹⁰ são a omissão da transferência de calor pelas paredes internas e do ganho térmico acumulado em

¹⁰ Estas limitações existem nas abordagens que consideram zonas térmicas com paredes adiabáticas (sem troca de calor com as paredes internas). Nas versões mais atuais do metamodelo INI-C não existe essa limitação.

zonas localizadas nos cantos (no caso de situações com mais de uma parede externa) (PEDRINI; SZOKOLAY, 2005).

O agrupamento das zonas térmicas, como células, possibilita a combinação de diversas configurações geométricas para representar pavimentos e edifícios. Sua aplicação no novo método por metamodelo da INI-C atende a variedade arquitetônica dos edifícios e contorna a limitação de modelos que representam poucas tipologias de edificações, limitando sua representatividade (VERSAGE, 2015). Ou seja, a INI-C utiliza a avaliação individual das zonas térmicas para acessar a performance do edifício completo (MELO *et al.*, 2016), a partir da elaboração de metamodelo para estimar a carga térmica de edificações.

2.1.2 METAMODELOS

Os metamodelos são modelos aproximados que reproduzem as relações entre dados de entrada e saída de um outro modelo complexo, como representações matemáticas de fenômenos termo físicos. Assim como os modelos matemáticos são uma abstração do mundo real, os metamodelos são mais uma abstração desse modelo matemático (ROMAN *et al.*, 2020). Também são conhecidos como modelos substitutos ou *surrogate models*.

Os metamodelos são baseados em modelagem estatística, obtidos a partir do treinamento de máquina (*machine learning*) de uma amostra de dados simulados em um programa de simulação termo energético de edifícios (HOPFE; HENSEN, 2011; MELO *et al.*, 2016). São simples de utilizar, porém dependem da qualidade dos dados de entrada, e do processo de treinamento e testes no desenvolvimento do metamodelo (KHEIRI, 2018; MELO, 2012).

As principais vantagens dos metamodelos são a facilidade e a velocidade na obtenção dos resultados, e são indicados quando a avaliação energética do edifício exige um grande número de simulações, como análise de incerteza ou sensibilidade ou avaliação de otimização, devido ao custo computacional que limita as abordagens. Assim, os metamodelos se destacam pela relação entre custo computacional, generalidade e precisão (BRE; ROMAN; FACHINOTTI, 2020; ROMAN *et al.*, 2020). Além disso, o uso de metamodelos requer menos conhecimento técnico se comparado com as simulações computacionais, sendo apropriado para métodos

simplificados de regulamentos energéticos, que requerem rápida resposta ao projetista (MELO *et al.*, 2016).

Existem diversos tipos de metamodelos (ou métodos de modelagem estatística) utilizados para predição de desempenho de edifícios, como o MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines), RNA (Redes Neurais Artificiais), ACOSSO (Adaptive Component Selection and Smoothing Operator), SVM (Support Vector Machine), GP (Gaussian Process), TGP (Treed Gaussian Process), Random Forest, Ordinary Linear Model e SVM (Support Vector Machine) (SUN; BURTON; HUANG, 2021; TIAN *et al.*, 2017c; VERSAGE, 2015). Nos últimos anos, o uso de metamodelos de redes neurais artificiais (RNA ou ANN) aumentou e ganhou credibilidade nas simulações de edifícios, devido ao balanço favorável entre precisão e custo computacional (ROMAN *et al.*, 2020). Por exemplo, Cabrera *et al.* (2022) e Tian *et al.* (2017) utilizaram metamodelagem para viabilizar aplicação de método de sensibilidade global de Sobol' de alto custo computacional. Song *et al.* (2014) usaram metamodelo de árvore de processo gaussiano para analisar a sensibilidade dos parâmetros em escritórios. Melo (2012) desenvolveu um metamodelo para estimar consumo energético de edificações comerciais por meio de redes neurais artificiais. Versage (2015) elaborou um metamodelo para carga térmica de edificações condicionadas artificialmente e comparou o processo de metamodelagem com as técnicas de regressão linear múltipla, regressão adaptativa multivariada por *splines*, processo gaussiano, máquina de vetores de suporte, Random Forest e redes neurais artificiais quanto ao seu desempenho e ao custo computacional, identificando o potencial do metamodelo de RNA. Melo *et al.* (2016) propôs nova abordagem de método simplificado para classificação energética de edifícios no Brasil baseada em metamodelo de RNA.

As redes neurais artificiais são um modelo computacional paralelo inspirado no funcionamento do cérebro humano, que utiliza unidades de processamento de informações com arranjo interconectado (chamadas neurônios), utilizadas para tarefas como aproximação de funções, filtragem, controle, análise de séries temporais, processamento de sinais e associação ou reconhecimento de padrões (MELO, 2012; ROMAN *et al.*, 2020). A estrutura interna de uma RNA é uma matriz de neurônios, agrupados em camadas. As RNAs são geradas a partir do processamento de etapas como método de amostragem, pré-processamento, configuração da arquitetura da rede neural, funções ativas e processamento de treinamento, testes e implementação. Os avanços atuais exploram o treinamento de metamodelos para

obtenção de resultados mais precisos e otimização de geração de amostras para diminuição do seu número (BRE; ROMAN; FACHINOTTI, 2020).

2.1.3 CONJUNTO MÍNIMO DE CARACTERÍSTICAS PRIORITÁRIAS

A qualidade dos dados de entrada e desenvolvimento de melhores práticas de modelagem corroboram na melhoria da acuracidade das simulações de desempenho, sendo um dos caminhos para superação da lacuna de desempenho, um dos maiores desafios em simulação de desempenho de edifícios (DE WILDE, 2014; HONG; LANGEVIN; SUN, 2018).

O tempo gasto reunindo e definindo os parâmetros de entrada, bem como o tempo gasto modelando esses dados, podem ser significativamente reduzidos quando considerado apenas os parâmetros mais influentes, caracterizados com alto nível de precisão (EGAN *et al.*, 2018; NEALE *et al.*, 2022; RODRÍGUEZ *et al.*, 2013). Esta abordagem é útil em vários estágios do edifício para: teste de diferentes soluções de retrofit, de forma expedita; no projeto tardio ou fases de comissionamento do ciclo de vida de um edifício; quando é necessário um alto nível de precisão de modelagem; além de servir de referência na elaboração de políticas e procedimentos (EGAN *et al.*, 2018). Além disso, contribui com a limitação da maioria dos programas de simulação de estrutura de preenchimento de dados que não podem ser modificadas facilmente, e que não são hierarquizadas por ordem de importância (RODRÍGUEZ *et al.*, 2013).

Egan *et al.* (2018) definiram o conjunto mínimo de dados de entrada (*Minimum dataset*) para modelos precisos para simulação de edifícios, através de análises de sensibilidade, visando concentrar os esforços nas variáveis mais influentes, que são definidas com precisão. O método proposto foi aplicado em cinco modelos arquétipos de habitação da Irlanda, considerando demanda energética de aquecimento. O método foi validado por meio de edifícios existentes, que foram modelados com precisão apenas nos parâmetros mínimos de entrada (os mais influentes), enquanto os demais parâmetros considerados pré-definidos (*default*), produziram resultados satisfatórios (dentro da faixa estabelecida¹¹), com perfis de energia sazonais correspondentes. O método proposto inicia com o desenvolvimento do caso

¹¹ Para comparação de desempenho do edifício construído e simulação computacional é colocado aceitável variação da demanda energética de aquecimento de até 5% ou 10%, quando existe restrição de tempo (EGAN *et al.*, 2018).

base dos modelos das habitações, seguida por análises paramétricas e de sensibilidade que embasam a definição e teste do conjunto de dados mínimos através da aplicação em exemplo prático, que retroalimenta o processo, conforme impacto nos resultados. O método foi realizado manualmente, sem automatização, através de análises de sensibilidade local (devido ao custo computacional) e sem considerar análises de incertezas.

Rodríguez et al. (2013) classificaram os parâmetros de entrada das simulações por ordem de importância, em macroparâmetros e microparâmetros, através de análises de sensibilidade e incerteza. Os macroparâmetros (ocupação e clima) são detalhados na análise de sensibilidade (parametrizados em valor mínimo, médio e máximo), criando cenários de análise dos parâmetros mais influentes (utilizando ferramenta paramétrica jEplus). O método proposto consiste em pós-processamento para agrupar micro e macroparâmetros após a execução das simulações e antes de realizar análises de sensibilidade, com a finalidade de diminuir o número de parâmetros da análise de sensibilidade e possibilitar comparação mais justa das variáveis quanto ao impacto nos resultados (devido a magnitude semelhante). O método foi demonstrado em estudo de caso residencial na Málaga, Sul da Espanha, utilizando modelo detalhado para definição e propagação de incertezas dos parâmetros de entrada (parâmetros micro e macro), com uso de amostragem LHS. Foram identificados os macroparâmetros (mais influentes) que caracterizaram o edifício, calculada a sensibilidade e avaliadas suas importâncias relativas (através de índice SRC). Na aplicação do método é ressaltado que a determinação dos coeficientes de influência (que separam os parâmetros altamente influentes dos menos influentes) podem variar conforme cenário de modelagem (contexto climático, variável dependente), sendo definido o valor que separa claramente os parâmetros mais influentes dos demais, com base em uma ponderação relativa entre os parâmetros. Concluiu-se que a abordagem por macroparâmetros é aplicável, simplificando a compreensão do desempenho do edifício e condução das análises de sensibilidade, sendo observado que a abordagem não modifica as entradas e o modelo; apenas aprofunda nos parâmetros mais relevantes. O estudo de Rodríguez et al. (2013) evidencia a obtenção das informações da análise de sensibilidade facilitada na abordagem de macroparâmetros (considerando apenas as mais influentes), podendo ser utilizada para detalhamento das incertezas das entradas de simulações complexas para obter resultados confiáveis.

Neale et al. (2022) propuseram uma metodologia para definir com precisão parâmetros de edifícios influentes e não influentes na formulação de diretrizes de conjunto mínimo de dados no contexto de modelos de edifícios residenciais. São integrados dois recursos de técnica de seleção, Critério de Informação Bayesiano e Mínimo Encolhimento Absoluto com Operador de Seleção, com análise paramétrica para determinar o conjunto de parâmetros influentes. O estudo usou tipologias residenciais irlandesas para comparar e validar os subconjuntos de parâmetros influentes usando classificações de sensibilidade e métricas de validação. Os resultados do estudo apontaram para a eficácia da abordagem, em que os modeladores de energia podem reduzir significativamente o tempo e o esforço gastos no desenvolvimento do modelo, mantendo a precisão desejada. O conjunto de dados formulados representando apenas as características influentes pode ser usado por planejadores urbanos e formuladores de políticas energéticas para estimar custos de investimento de retrofit de energia, reduções de emissões e economia de energia (NEALE *et al.*, 2022).

É recorrente encontrar diferenças significativas entre o desempenho aferido computacionalmente e o desempenho real obtido nas edificações em operação. Estas lacunas podem ser divididas em três tipos principais (DE WILDE, 2014): (1) entre as simulações e medições; (2) entre aprendizagem de máquina (metamodelos) e medições; e (3) entre simulações e resultados de regulamentos energéticos. No contexto europeu de critérios normativos mais restritivos, a lacuna de desempenho descredibiliza o conceito de Edifícios de Alta Performance para o público em geral, uma vez que as classificações energéticas apresentadas ao público advêm de medições *in loco*, enquanto a fase de projeto (previsão) está ligada à intenção do projeto, através de simulações computacionais. Foi constatada discrepância do uso de energia medido de até 2,5 vezes a energia prevista, comprometendo as metas de desempenho. As causas das lacunas de desempenho são associadas a fase de projeto (ligadas a simulação), causas enraizadas na fase de construção (incluindo entrega, que varia quanto a especificação de projeto), e causas que se relacionam com a fase operacional (o comportamento dos usuários é uma das principais causas). Os autores identificaram suposições equivocadas nos modelos e necessidade de melhores práticas nos procedimentos de modelagem e na qualidade e disponibilidade de dados e fontes de informação. Os caminhos percebidos pelos autores apontam para superação da lacuna de desempenho a

partir de uma abordagem ampla e coordenada que combine validação e verificação do modelo, coleta de dados aprimorada para predição, melhor previsão e mudança da prática da indústria (DE WILDE, 2014).

2.2 ETIQUETAGEM ENERGÉTICA (INI-C)

No Brasil, a Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001) que “dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências”, teve como desdobramento o início da etiquetagem brasileira de eficiência energética de edificações, com a publicação dos primeiros regulamentos técnicos em 2009 e 2010 para edifícios comerciais, de serviços e públicos (conhecido como RTQ-C) (BRASIL, 2010) e 2010 e 2012 para edifícios residenciais (RTQ-R) (BRASIL, 2012). A etiquetagem estabelece os critérios para alcançar níveis de eficiência energética, classificando as edificações do nível “A” mais eficiente ao nível “E” menos eficiente, dentro do Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro em parceria com o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA). A intenção do governo brasileiro é tornar a etiquetagem compulsória em todas as edificações do país, de forma gradativa, a exemplo de outros países. Atualmente é obrigatória para edificações públicas federais por meio da Instrução Normativa 002, de 4 de junho 2014 (BRASIL, 2014), e voluntária para os demais tipos de edificações (com plano de compulsoriedade em andamento). O processo de etiquetagem é estabelecido pelos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética das Edificações (RAC), que define a condução e aplicação dos regulamentos técnicos e todos os agentes envolvidos e procedimentos de avaliação (como amostragens e tolerâncias).

Foram identificadas limitações do método do RTQ-C e RTQ-R (LOPES *et al.*, 2016; MELO *et al.*, 2012) e do processo de etiquetagem (DIAS *et al.*, 2012; TELLES, 2016), e a necessidade de métodos mais flexíveis e viáveis (FOSSATI *et al.*, 2016). Os métodos do RTQ-C e RTQ-R foram baseados em regressão linear múltipla¹², com limitações quanto o reconhecimento das características, como falta de diferenciação da área envidraçada e proteções solares por orientação, ponderação de parâmetros para toda a edificação, divisão do clima brasileiro em

¹² Refere-se ao método prescritivo do RTQ-C e RTQ-R

oito zonas bioclimáticas, não sendo possível analisar o impacto da ventilação natural pelo método prescritivo (BAVARESCO *et al.*, 2018).

A portaria Inmetro nº 309 de setembro de 2022 (BRASIL, 2022) que abrange a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), aprimorou o método de etiquetagem e substituiu o RTQ-C RTQ-R e RAC, sendo baseado em metamodelo de RNA¹³ para a estimativa da demanda energética. O método fornece informações sobre consumo anual e mensal de energia primária por sistema final, melhorando o indicador de desempenho e facilitando o entendimento ao consumidor quanto ao desempenho do imóvel. A avaliação por consumo em energia primária compara a edificação em sua condição real com a mesma edificação em condição de referência, considerando as zonas bioclimáticas. A geração de energia renovável é considerada na classificação, a influência do entorno é considerada e é possível avaliar edificações naturalmente ventiladas pelo método simplificado. Fornece ainda informações complementares como a quantificação das emissões de dióxido de carbono e classificação de edificação ZEB (Edificação de Energia Quase Zero) e EPP (Edificação de Energia Positiva) (BRASIL, 2021).

A INI-C estabelece condições de referência para características como FS, sombreamento, propriedades térmicas dos sistemas construtivos e revestimentos, representativas de edificações comerciais brasileiras, com base na tipologia de uso. São definidos valores de referência de ocupação, cargas internas, dentre outros, fixados conforme oito categorias de uso das edificações (escritórios, educacionais, hospedagem, estabelecimentos assistenciais de saúde, varejo lojas, varejo mercados, alimentação e outros) (tabelas A.1 a A.8 INI-C) (BRASIL, 2022).

A classificação geral do nível de eficiência energética do edifício é calculada por meio do percentual de redução do consumo de energia primária (% RedCEP) após avaliados todos os sistemas individuais, a partir de condições de referência e condição real. Com o fator de forma da edificação e a tipologia de uso (por exemplo tipologia de uso de escritórios) é obtido o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a

¹³ Refere-se ao método simplificado, onde existe ainda um metamodelo específico para edifícios naturalmente ventilados utilizado no INI-C (RACKES, 2016).

classificação A (CRCEPD-A) para enquadramento do nível de eficiência energética de classificação geral da edificação.

2.2.1 PROCEDIMENTO PARA CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA INI-C

O nível de eficiência da envoltória é obtido através do percentual de redução da carga térmica total anual (RedCgTT) da edificação real em comparação com a sua condição de referência (conforme Anexo B.I.1 INI-C). A escala de classificação baseia-se no coeficiente de redução de carga térmica total anual (CRCgTT_{D-A}) (Tabela 8.11 a 8.18 da INI-C) determinado conforme fator de forma da edificação (FF) e zona bioclimática onde se localiza o edifício.

O nível de eficiência da envoltória é obtido através do percentual de redução da carga térmica total anual (RedCgTT) da edificação real em comparação com a sua condição de referência (conforme anexo B.I.1 da INI-C) (BRASIL, 2022). O método da INI-C considera parâmetros como clima e ocupação de forma fixa, visto que possuem alta influência nos resultados, visando equiparar os casos.

2.2.2 METAMODELO INI-C

O metamodelo RNA da INI-C gera a carga térmica de resfriamento para cada zona térmica do edifício, em densidade (W/m²), considerando a profundidade máxima de 4,5 m, preservando as proporções da zona térmica em relação a fachada (BRASIL, 2022). O metamodelo considera as variáveis de cargas internas, ocupação, climáticas e de envoltória com limites¹⁴ mínimos e máximos estabelecidos para edifícios comerciais representativos do cenário brasileiro (MELO *et al.*, 2016).

Neste método o desempenho da edificação completa ou pavimento é definido pela ponderação do resultado das zonas térmicas (VERSAGE, 2015). O metamodelo foi criado através do pacote Carret, utilizando um milhão de casos simulados, obtidos por método de amostragem hipercubo latino. Os modelos foram simulados através de cluster no programa EnergyPlus v.8.0 e diferentes técnicas estatísticas de modelagem foram testadas como MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines), RNA (Redes Neurais Artificiais), GP (Gaussian

¹⁴ Os limites mínimos e máximos do metamodelo são relacionados a impossibilidade dos resultados quando estão fora dos limites estabelecidos.

Process), Random Forest (RF), SVM (Support Vector Machine) e Ordinary Linear Model (RLM). Ao final, o metamodelo representa um universo de cinco quatrilhões de possíveis combinações entre os parâmetros.

Bavaresco et al. (2017) analisaram a precisão de metamodelo RNA da INI-C para a avaliação da envoltória de cinco tipologias de escritório representativas, de acordo com o regulamento brasileiro de eficiência energética em edificações. Verificou-se a capacidade de predição do metamodelo, identificando que quanto menor a dimensão da edificação, maior é a variação dos resultados (até 12% entre média das cargas térmicas), em comparação ao programa EnergyPlus. As variações percentuais entre as médias dos casos do metamodelo e do EnergyPlus não foram maiores do que 4%, sendo considerada predição adequada do metamodelo.

Melo *et al.* (2016) observaram um erro percentual de 0,6%, em metamodelo RNA. Para avaliação da acuracidade do metamodelo foram comparados seus resultados de carga de resfriamento com os de simulação computacional para um edifício de escritório médio (área de 8.300 m²), a partir de amostra de 100 mil casos selecionados. Foi encontrada diferença máxima entre os resultados do metamodelo e da simulação de 7,75% alterando a transmitância térmica do telhado de 3,33 W/(m² K) para 2,05 W/(m² K); nos demais resultados as diferenças foram inferiores, com menor diferença (0,26%) quanto ao PAF. O estudo considerou o metamodelo capaz de descrever a relação entre os dados de entrada e a demanda de energia de resfriamento, com erros máximos.

2.2.3 TOLERÂNCIA DO RAC INI-C

O regulamento de avaliação da conformidade – RAC INI-C (BRASIL, 2022) define o processo de avaliação de edifícios considerando análises com maior acuracidade (como o levantamento integral de parâmetros pelo OIA/PC¹⁵) ou menor acuracidade através de conferência amostral e uso dos dados fornecidos pelo solicitante quando atendem a tolerância estabelecida. O fluxo do processo é o mesmo para todos os tipos de edifício e climas, padronizando a forma de levantar e calcular cada variável dos edifícios. Apesar de não

¹⁵ OIA/PC se refere aos Organismos de Inspeção Acreditados ou Profissionais Certificados, agentes que inspecionam o edifício.

abordar incertezas de resultados, estabelece limites de tolerâncias para as características da envoltória em três situações:

- Etapa de projeto – Método simplificado: tolerância em relação aos dados de entrada e declarações fornecidos pelo solicitante. Os dados acima do limite da Tabela 2.1 são considerados inconsistentes e o OIA realiza o levantamento dos parâmetros na íntegra.
- Etapa de projeto – Método simulação: tolerância em relação ao modelo geométrico e demais parâmetros na comparação da simulação entregue¹⁶ com os projetos fornecidos pelo solicitante (Tabela 2.1).
- Etapa de Edifício Construído: Limita a diferença entre os dados do projeto e a edificação construída conforme Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Níveis de tolerância do RAC INI-C (BRASIL, 2022).

Etapa/tipo de inspeção	Característica / levantamento dos dados de Entrada	Tolerância
Etapa Projeto - Método Simplificado	Áreas úteis dos ambientes e áreas das zonas térmicas	10%
	Área das fachadas	10%
	Pé-direito	5%
	Área das aberturas	5%
	Ângulo de sombreamento	5%
	Transmitância térmica e absorvância	5%
	Comprimento da tubulação	5%
	Demais áreas	5%
Etapa Projeto - Método Simulação	Áreas das zonas térmicas	5%
	Volumes	5%
	Transmitância e capacidade térmica	10%
	Propriedade térmica e óptica dos vidros	5%
	Absorvância solar	5%
	Demais áreas	5%
Etapa Edifício construído	Orientação	5%
	Transmitância e capacidade térmica de elementos opacos	5%
	Propriedades térmicas de componentes transparentes ou translúcidos	10%
	Absorvância solar	15%
	Área das aberturas	10%
	Sombreamento (AVS, AHS, AOV)	10%
	Densidade de potência de iluminação - DPI	2%

Fonte: Elaborado com base em (INMETRO, 2022).

¹⁶ Caso seja entregue o modelo de simulação. O solicitante pode optar por simulação feita na íntegra pelo OIA, não sendo aplicável a tolerância.

2.2.4 TIPOLOGIAS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS

Tipologias de edificações têm sido propostas e analisadas no contexto do desempenho energético de edifícios (CARLO, 2008; GIACOMIN, 2017; TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015). Busca-se representar de forma aproximada as edificações do mesmo tipo, sob mesmas condições de uso e região climática (CORGNATI *et al.*, 2013), a exemplo do uso de edifícios de referência.

A determinação de modelos representativos de diferentes tipos de edifícios comerciais, considera o porte, forma, área do pavimento, número de pavimentos, dentre outros (Quadro 2.1¹⁷). Carlo (2008) propôs cinco modelos representativos abrangendo atividades de escritórios, bancos, lojas comerciais, restaurantes, hospedagem, supermercados, hospitais e outros, em estudo que embasou o método do RTQ-C (BRASIL, 2010). Bavaresco et al. (2017) analisaram a envoltória de cinco tipologias de escritório para aferir precisão de metamodelo conforme RTQ-C. Melo et al. (2012) utilizaram quatro tipologias comerciais para validação do método do regulamento energético brasileiro (térrea, alongada, com pátio interno e compacto).

¹⁷ Foram sistematizados os estudos de edifícios representativos comerciais no Brasil para definir as formas (geometrias) analisadas na tese.

Quadro 2.1– Estudos que definem tipologias representativas de edifícios comerciais no Brasil.

Estudo	Referência	Amostra (nº edifícios)	Obs	Tipologias definidas	Área Pav. (m²)	Nº Pav.	Pé Direito (m)
CB3E Edifícios de Escritório	(LAMBERTS <i>et al.</i> , 2015) e (FONSECA <i>et al.</i> , 2016)	3.513	Estudo base da INI-C	1 Escritório pequeno	300 (20x15)	1	2,60 (PE 3,0)
				2 Escritório médio	500 (20x25)	10	2,60 (PE 3,0)
				3 Escritório grande	1500 (43x34)	25	2,60 (PE 3,0)
Edifícios administrativos públicos	(CBCS, 2017)	+300 (Áreas úteis entre 500-70.000 m²)	edificações públicas na maioria escritórios	1 Edifício médio	830 (20x25)	6	2,74
				2 Edifício grande	1.500 (20x25)	13	2,74
Edifícios corporativos	(CBCS, 2016)	249 edifícios analisados de 430 escritórios de médio e grande porte levantados	Edifício corporativo de grande porte	1 Edifício Corporativo	1260 (+-35x35) a 3500 (+-60x60)	>18	-
Edifícios de escritório	(BAVARESCO <i>et al.</i> , 2017)	Levantamento de dados do CB3E/2016	-	Escritório 01	81 (9x9)	10	-
				2 Escritório 02	180 (12x15)	10	-
				3 Escritório 03	500 (20x25)	10	-
				4 Escritório 04	1500 (34x43)	25	-
Edifícios comerciais e de serviços	(CARLO, 2008)	1103 em cinco capitais brasileiras por levantamento in loco e fotográfico	abrangeu escritórios, bancos, lojas comerc., restaurantes, hospedagem supermercados, hospitais, etc.	1 Edifício horiz Pequeno	60 (6x10) Proporção fachada 1:2	1-2	3,0
				2 Escritórios Verticais	160 (10x16) Proporção fachada 1:1	15	-
				3 Edifício vert. planta média	202,5 (7,5x27) Proporção fachada 3:1	5	2,6
				4 Edifício horiz. médio (escritórios, escolas)	418 (11x38) Proporção fachada 3:1	2+1	-
				5 Edifício vert. planta Grande	884 (52x17) Proporção fachada 3:1	5+1	-
				6 Edifício horiz Grande	2981,5 (44,5x67,0) Proporção fachada 1:2	1-2	5,0
tipologias comerciais no Brasil	(MELO <i>et al.</i> , 2012)	-	Estudo de validação do método do regulamento energético brasileiro	1 Edifício 01	2500 (50x50)	1	3,5
				2 Edifício 02	200 (26,7x7,5)	5	3
				3 Edifício 03	2500 (50x50)	15	3,5

Fonte: elaborado pela autora (2023).

O CB3E realizou estudos quanto a tipologias de edifícios comerciais que embasaram o novo método da INI-C, a partir de seis bases de dados disponíveis, com 3.513 edificações (LAMBERTS *et al.*, 2015). Foi constatada maior ocorrência de forma retangular do edifício em todas as zonas bioclimáticas, proporção entre largura e profundidade entre 1-1,25, PAF entre 40-50%, com planta tipo mais recorrente de 250 m², e relação de número de pavimentos por área total (FONSECA *et al.*, 2016).

Geraldi et al. (2022) analisaram o estoque de edifícios não residenciais no Brasil a partir de 10.000 edifícios divididos em 12 tipologias a partir de indicadores chave como área útil, intensidade de uso de energia e padrões de operação. O estudo forneceu características de tipos de paredes, vidros, coberturas e sombreamento para as tipologias de edifícios, atualizando as características das edificações não residenciais no Brasil.

2.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E INCERTEZAS

2.3.1 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade corresponde à quantificação do impacto da variação de um ou mais parâmetros nos resultados de desempenho do edifício (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019). Os parâmetros selecionados são alterados e o impacto nos resultados é identificado, por método estatístico ou não (SALTELLI *et al.*, 2008). Os parâmetros de entrada são as características da edificação representadas na modelagem, como geometria, propriedades termo físicas dos materiais, forma de uso, equipamentos, dentre outros, e seu número depende da complexidade do modelo.

As aplicações mais recorrentes de análise de sensibilidade em projetos e retrofit de edificações visam otimização de desempenho, determinação da confiabilidade dos resultados (HEISELBERG *et al.*, 2009; YANG *et al.*, 2016) e a calibração de modelos (TIAN *et al.*, 2017a). Deb e Lee (2018) aplicaram análises de sensibilidade para identificar parâmetros mais influentes em edifícios de escritório nas etapas de pré e pós retrofit, e explorar medidas de otimização energética. Chen et al. (2017) utilizou análises de sensibilidade para selecionar parâmetros mais relevantes visando condução de análises de incertezas de edifícios de

escritório. Os parâmetros selecionados são denominados variáveis independentes¹⁸ e os resultados selecionados para verificar as alterações ocasionadas (pelas variáveis independentes) são denominadas variáveis dependentes, podendo ser discretas ou contínuas¹⁹. As relações entre as variáveis independentes e dependentes são representadas por índices de sensibilidade, sendo os mais comuns de primeira ordem e de efeitos totais. Os índices de primeira ordem (Si), também conhecidos como índices do efeito principal, descrevem o efeito imediato das variações dos parâmetros de forma independente. Os índices de segunda ordem (St) ou índices totais (fornecido apenas por métodos globais mais robustos) identificam os efeitos totais da variável, que são a soma do efeito principal com efeitos de interação com as demais variáveis (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019). As classificações quanto à sensibilidade das variáveis independentes podem ser inertes (pouca influência nas saídas), ativas (influência proporcional) ou ressonantes (onde uma pequena variação gera grande influência) (FÜRBRINGER; ROULET, 1999 apud SILVA, 2016).

O propósito da análise de sensibilidade pode ser geralmente descrito como identificar os parâmetros significativos e negligenciáveis no modelo energético do edifício (PANG *et al.*, 2020), sendo colocados três propósitos: de priorização, triagem e mapeamento de variáveis, conforme Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Propósitos de análise de sensibilidade.

Nº	Propósito	Descrição
1	Priorização de variáveis	Hierarquiza os parâmetros de entrada conforme suas contribuições relativas nas saídas
2	Triagem de variáveis	Seleciona os parâmetros de entrada que têm influências insignificantes nas saídas
3	Mapeamento de variáveis	Determina os intervalos dos parâmetros de entrada que levam aos valores de saída específicos

Fonte: baseado em Saltelli (2008) e Pianosi (2016), adaptado de Pang (2020)

As análises externas podem ser classificadas em local ou global (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019; TIAN, 2013), sendo que alguns autores mencionam um terceiro tipo referente a análise por triagem (HEISELBERG *et al.*, 2009; SALTELLI; TARANTOLA; CAMPOLONGO, 2000), ainda que outros a considerem do tipo global (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019; TIAN, 2013).

¹⁸ Os termos visam unificar a nomenclatura dos objetos de um experimento numérico, conforme colocado por Silva (2016), podendo diferir de alguns autores da literatura.

¹⁹ Variáveis discretas admitem valores inteiros (ex: número de filhos) enquanto variáveis contínuas assumem valores em uma escala contínua (na reta real) com valores fracionais (ex: peso).

Delgarm et al. (2018) aplicaram a análise de sensibilidade local (variação de um fator por vez²⁰) e método baseado em variância para identificar as variáveis prioritárias que impactam na eficiência energética de edifícios nas primeiras fases de projeto. Foi investigada a orientação do edifício, tamanho da janela, tipo de vidro e paredes na demanda de energia do edifício (resfriamento anual, aquecimento, iluminação e eletricidade total do edifício) para quatro contextos climáticos do Irã. Wang e Li (2023) utilizaram análises de sensibilidade global para investigar parâmetros morfológicos influentes na demanda de energia, iluminação natural e desempenho de conforto térmico, explorando soluções de otimização multiobjetivo para auxílio no suporte de tomada de decisões além de referência de design no contexto de edifícios rurais. Carpino et al. (2022) aplicaram análises de sensibilidade e incerteza visando moderar os riscos dos contratos de desempenho energético na renovação de edifícios, através de um estudo de caso em de habitação social na Itália.

A análise de sensibilidade global consiste em um experimento estatístico ou numérico que avalia o efeito de um parâmetro de entrada, variando não apenas o parâmetro em questão, mas todos os outros parâmetros de entrada escolhidos para análise, simultaneamente. É o tipo mais abrangente e complexo, capaz de identificar correlação entre os parâmetros e comportamentos não lineares (SILVA, 2016). As análises são morosas e complexas, porém possuem resultados mais confiáveis (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019). Por ser considerado um método mais aperfeiçoado e completo (SILVA, 2016), sua aplicação tem crescido na área de desempenho de edifícios, principalmente aliada a análises de incerteza para abordagem probabilística (TIAN *et al.*, 2018b). É possível realizar uma análise de sensibilidade global através de vários métodos que aplicam diferentes técnicas (Quadro 2.3), baseados em variância (como método de Sobol' e FAST), regressão (por meio dos coeficientes SRC, SRRC com transformação de ordem ou não), triagem/rastreamento (Efeitos Elementares de Morris), e meta-modelagem (como MARS, RNA, TGP, ACOSSO, SVM) (TIAN, 2013; YANG *et al.*, 2016). Os métodos mais utilizados pela literatura na área de desempenho energético de edificações são o método de Morris e as abordagens de Monte Carlo, baseadas em correlação e regressão. Apesar dos métodos baseados em variância serem considerados teoricamente superiores, não costumam ser implementados devido ao tempo e complexidade

²⁰ Abordagem OAT (*one-at-a-time*) ou OFAT (*one-factor-at-a-time*).

computacional (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019; SILVA, 2016), porém cresce seu uso nos últimos anos. A abordagem global é indicada quando há muitos efeitos de interação no contexto de variáveis projetuais, como parâmetros da envoltória (SILVA, 2016). Østergård, Jensen e Maagaard (2017) identificaram variáveis mais relevantes para otimização energética de edifícios visando auxiliar na tomada de decisão projetual, propondo início com triagem da importância dos parâmetros pelo método de Morris, seguida por análise global com amostragem de baixa discrepância e criação de metamodelos para dar celeridade as análises, visando interação em reunião com os agentes envolvidos no processo de projeto para avaliar demanda energética, conforto térmico e iluminação natural. Tian et al. (2017a) propuseram a avaliação energética de edifícios através de abordagem sequencial de análises de sensibilidade, avaliando a convergência de indicadores de sensibilidade para dois métodos globais baseados em amostragem (coeficientes de regressão padronizados e metamodelagem Sobol') aplicado em edifício de escritório quanto a demanda anual de energia de aquecimento e resfriamento. Yang et al. (2016) compararam quatro métodos de sensibilidade globais SRC (coeficiente de regressão padronizado), projeto de Morris, FAST estendido (Fourier Amplitude Sensitivity Test) e TGP (árvore de processo gaussiano) aplicados em edifício comercial, demonstrando vantagens e desvantagens dos métodos em termos de precisão e custo computacional.

Quadro 2.3 – Comparação entre métodos de análise de sensibilidade.

Método	Subtipo	Características	Amostragem	Sensibilidade	Referência
Local	-	Explora espaço amostral reduzido em torno de caso base. Baixo custo computacional, de simples implementação e entendimento. Variação de um fator por vez)	Um por vez	Índice de sensibilidade local	(MORRIS, 1991); (CAMPOLONGO; CARIBONI; SALTELLI, 2007)
Global com triagem	Efeitos Elementares de Morris	Adequado para análise com elevado número de variáveis. Custo computacional intenso. Indicador qualitativo da relevância das variáveis. Parâmetros variados em dois níveis extremos, mantendo as demais variáveis de entrada constantes. Não aplicável para análise de incerteza e não auto verificável.	Um por vez (triagem)	Efeitos Elementares (EE)	(SALTELLI <i>et al.</i> , 2008)
Global com correlação e regressão	Monte Carlo	Adequado para modelos lineares (com SRC e valor-T) e não lineares (com SRRC e PRCC ²¹). Custo computacional moderado. Rápido de computar, fácil implementação e entendimento.	Hipercubo Latino ou Sequências de Sobol'	Coefficientes SRC e PCC Valor-T SRRC e PRCC	(SALTELLI <i>et al.</i> , 2008)
Global: baseado em variância	Projeto de Experimento	Completa e eficaz, porém costuma ser inviável pelo grande tamanho da amostra (combinação de todas as variáveis).	Projeto de Experimento fatorial	Valor-F de primeira e segunda ordem	Fischer (1935) apud Silva (2016)
	FAST ²² e-FAST ²³	Índices de efeito principal e total. Decompõe a variância das saídas para cada entrada (Funções ANOVA ²⁴ -HDMR). Custoso computacionalmente e Abordagem model-free. Não aplicável para distribuições discretas.	Sequências de Fourier	Índice Total (St)	(SALTELLI; TARANTOLA; CHAN, 1999)
	Sobol' (2008)	Utiliza as funções ANOVA-HDMR. Calcula índices de primeira ordem. Aplicável para distribuições discretas e contínuas. Custoso computacionalmente.	Sequências de Sobol'	Índices de primeira ordem (Si)	(MARA; JOSEPH, 2008)
	Sobol' (2010)	Utiliza as funções ANOVA-HDMR. Calcula índices de primeira ordem e total. Custoso computacionalmente. Aplicável para distribuições discretas e contínuas. Considerado um dos métodos mais robustos.	Sequências de Sobol'	Índices de primeira ordem e total (Si e St)	Jansen (1999); Saltelli (2010)
Global: Baseado em metamodelo	RNA ²⁵ , MARS, Acooso, SVM	Aplicável para diminuir custo computacional das simulações termo energéticas em métodos robustos (como Sobol').	Sequências de Sobol'	Índices de primeira ordem e total (Si e St)(para método Sobol')	Jansen (1999); Saltelli (2010)

Fonte: adaptado de TIAN (2013) e Silva (2016).

²¹ Coeficientes de Regressão parcial SRC (Standardized Regression Coefficients), Coeficientes de Correlação parcial PCC (Partial Correlation Coefficients). Para modelos com comportamento não linear: Índices com transformação de ordem SRRC (Standardized Rank Regression Coefficient) e Partial Rank Correlation Coefficient (PRCC).

²² Teste de Amplitude de Sensibilidade de Fourier FAST (Fourier Amplitude Sensitivity Test, em inglês).

²³ eFAST se refere ao FAST (Fourier Amplitude Sensitivity Test, em inglês) estendido.

²⁴ ANOVA HDMR - Analysis of variance-high dimensional model representation

²⁵ Se refere aos metamodelos pela abordagem de RNA (Redes neurais artificiais), MARS (Multivariate Adaptive Regression Splines), ACOSSO (Adaptive Component Selection and Smoothing Operator) e SVM (Support vector machine).

Para os métodos globais baseados em variância, a variância como medida de sensibilidade difere das outras em aspectos como: a) não depende da linearidade ou monotonicidade do modelo (*model-free*); b) tem capacidade de capturar a influência da variável em sua amplitude de variação completa; c) quantifica interações entre variáveis de entrada; d) é capaz de identificar influências em grupos de variáveis de entrada, quando definidos tipos lógicos de variáveis (com decomposição da variância associada a cada grupo) (SILVA, 2016).

Os métodos baseados em variância mais usuais são o Sobol e o FAST (*Fourier Amplitude Sensitivity Test*) (TIAN, 2013). O método de análise de sensibilidade global de Sobol' é capaz de obter os efeitos principais e totais das variáveis, que levam em consideração todas as possíveis interações e efeitos não-lineares dos quais os parâmetros participam. Este método, considerado um dos mais robustos, tem aplicação crescente na literatura, no contexto de guias e regulamentos oficiais que recomendam a análise de sensibilidade quantitativa com correlação das variáveis (TIAN, 2013). Um benefício significativo do método de Sobol' para análise de sensibilidade é sua capacidade de levar em conta distribuições não uniformes, e variáveis de espaço amostral discreto ou contínuo (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019). É o método mais custoso computacionalmente dentre os métodos globais (TIAN, 2013) em virtude do tamanho da amostra necessária (número de caso a serem simulados).

Ao longo dos anos foram propostas extensões do método de Sobol' objetivando aprimorar o método de amostragem ou algumas fórmulas intermediárias. Jansen (1999) propôs uma extensão definindo fórmulas de estimativa da redução da variância esperada. Baseado no 'estimador' de Jansen (1999), a extensão de Saltelli apresenta formas de computar os índices de primeira e segunda ordem, mais adequada de se computar os índices de sensibilidade. Mara e Joseph (2008) propuseram uma extensão ao método de Sobol' utilizando permutações de matrizes numa abordagem que permite o cômputo dos índices de primeira ordem.

Análise de sensibilidade baseada em metamodelo é uma abordagem que consiste em duas fases: 1) Uso de um metamodelo ou criação por meio de métodos de regressão não paramétricos (adequados para modelos complexos); e 2) cálculo dos índices de sensibilidade usando os resultados do metamodelo nos métodos baseados em variância. Sua aplicação no

desempenho de edifícios é recente e crescente (EISENHOWER et al., 2012; ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2017; SONG et al., 2014; TIAN, 2013; TIAN; DE WILDE, 2011) e a principal vantagem do uso de metamodelos é a redução considerável de tempo para obtenção dos resultados em comparação com as simulações termo energéticas (PANG *et al.*, 2020; SALTELLI *et al.*, 2008; TIAN, 2013).

Song et al. (2014) implementaram análises de sensibilidade por metamodelo baseado em árvore de processo gaussiano para um edifício de escritório, identificando a importância e impacto energético de parâmetros de entrada do envelope do edifício, cargas internas e sistema de condicionamento, para auxiliar medidas de eficiência energética em edifícios. Cabrera et al. (2022) utilizaram análise de sensibilidade global de Sobol' com auxílio de metamodelo de redes neurais artificiais para investigar o desempenho de diversas lajes finas de concreto sob impacto de projéteis. Maltais e Gosselin (2017) analisaram o desempenho energético e de conforto da iluminação natural a partir de análise de sensibilidade integrada a metamodelo e frente de Pareto em 15 parâmetros de projeto em edifícios de escritórios, no contexto de Montreal no Canadá.

Os metamodelos (explicados no item 2.1.2) podem ser obtidos por várias formas, como redes neurais artificiais (RNA), MARS (*Multivariate Adaptive Regression Splines*), ACOSSO (*Adaptive Component Selection and Smoothing Operator*), MVS (*Support Vector Machine*), processo gaussiano (GP), árvore de processo gaussiano (TGP), regressão linear múltipla (RLM) e floresta aleatória (RF) (TIAN, 2013; VERSAGE, 2015). Por exemplo, ACOSSO foi usado para estimar o desempenho térmico em edifício no Reino Unido (TIAN; DE WILDE, 2011), o MARS para avaliar a influência da mudança climática em edifícios de escritório (DE WILDE; TIAN, 2010), e o RNA para estimar a carga térmica de edifícios, como o novo método da Instrução Normativa Inmetro para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – INI-C (BRASIL, 2022; LOPES; LAMBERTS, 2018; MELO *et al.*, 2016). Versage (2015) comparou o desempenho e tempo de processamento computacional dos métodos RNA, MVS, MARS, GP, RF, RLM, e concluiu que os metamodelos por RNA possuem melhor desempenho, podendo ser aplicado em dimensionamento de sistemas de condicionamento de ar, em tomadas de decisão no desenvolvimento de projetos e na avaliação de desempenho de certificações e regulamentos.

2.3.2 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Os procedimentos de análise de sensibilidade são similares para diferentes tipos de aplicações de análise de sensibilidade, diferindo apenas em termos de estruturação e detalhamento (FÜRBRINGER; ROULET, 1999; SILVA, 2016; TIAN, 2013; YANG et al., 2016). Os mais comuns são: (a) determinar as variações dos dados de entrada; (b) criar os modelos do edifício; (c) simular os modelos para obtenção dos resultados; (d) coletar os resultados das simulações; (e) executar a análise de sensibilidade; (f) apresentar os resultados da análise de sensibilidade.

Abordagens com ênfase nas etapas preliminares (FÜRBRINGER; ROULET, 1999; SILVA, 2016) incluem: (I) definição do propósito da análise (sensibilidade, estudo paramétrico etc.); (II) seleção das variáveis; (III) definição do 'projeto'/método (Monte Carlo, Morris, Sobol' etc.); (IV) definição da amplitude de variação das entradas e (V) definição das distribuições de probabilidades das entradas. Como complementação detalhada do processo de criação de modelos e geração das amostras, tem-se (TIAN, 2013; YANG *et al.*, 2016): (VI) gerar uma matriz de entradas com um método de amostragem apropriado; (VII) editar arquivos de entrada e permitir múltiplas simulações.

No método de Sobol' (2010) a definição da quantidade de modelos a serem simulados é calculada pela amostragem quase aleatória²⁶, conhecida como sequências de Sobol', gerando amostras de baixa discrepância, recomendadas por Saltelli et al. (2008) por possuir menor probabilidade de apresentar vazios indesejáveis. Neste método, a amostra é gerada com tamanho total de $N \times (k + 2)$ amostras (sendo N o número de amostras e k o número de parâmetros de entrada) através de permutações de matrizes obtidas por meio de duas matrizes iniciais geradas por Hipercubo Latino. Para definição de N referente ao tamanho da amostra aleatória gerada, não existem critérios estatísticos, uma vez que a quantidade de simulações não depende do número de variáveis independentes, sendo determinado por tentativa e erro, até obtenção de convergência (BRE; ROMAN; FACHINOTTI, 2020). Chong *et al.* (2016) analisa a relação entre o número de simulações e o intervalo de confiança

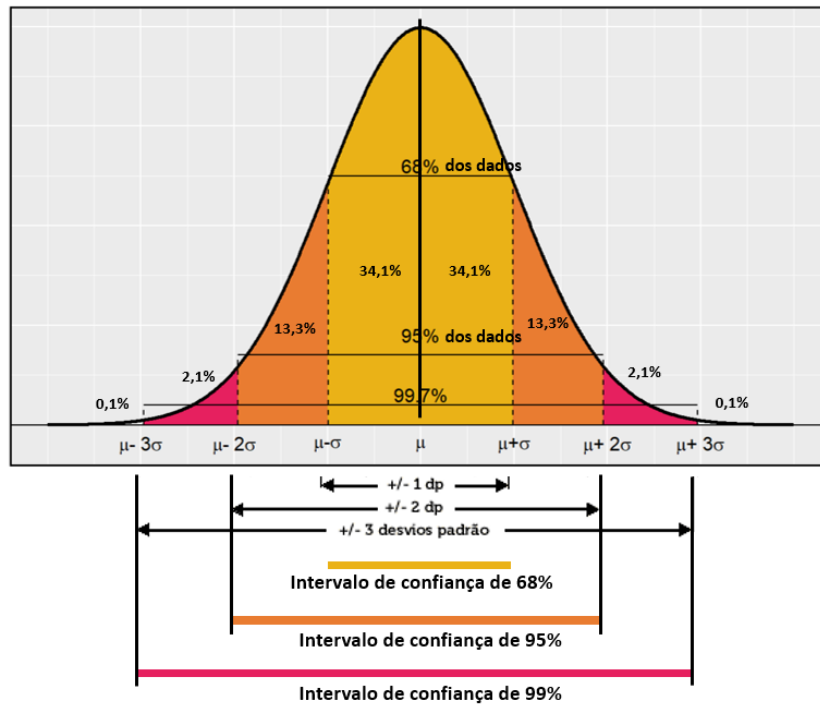
²⁶ A amostragem quase aleatória de Sobol' pode ser utilizada para análises de incertezas, além de análises de sensibilidade.

normalizado para definição do tamanho da amostra em estruturação de aplicação de análises de incerteza, que depende do contexto analisado.

Uma das primeiras etapas para realização de uma análise de sensibilidade (ou análise de incerteza) é a especificação da curva de distribuição das variáveis independentes. Em uma análise de incerteza, este é o aspecto mais importante e mais difícil de especificar (TIAN *et al.*, 2018b). A ‘função de densidade de probabilidade’ (em inglês conhecida com PDF – Probability Density Function) de uma variável demonstra como uma variável (independente ou dependente) se comporta em relação à probabilidade de ocorrência de seus valores no domínio amostral (SILVA, 2016). A distribuição pode ser do tipo normal, uniforme, triangular, discreta, dentre outras. As distribuições são geralmente escolhidas considerando a natureza da variável, dados experimentais, da literatura ou mesmo suposições. Muitos autores consideram a distribuição uniforme ou distribuição normal na maioria das variáveis (SILVA, 2016), sendo a curva uniforme usada para variáveis de projeto no consumo energético, visto que podem ser consideradas como igualmente prováveis quanto a sua ocorrência; e a distribuição gaussiana (ou distribuição normal) é a distribuição mais usada para incerteza paramétrica inerente (TIAN, 2013).

Utiliza-se o desvio padrão para caracterizar a distribuições do tipo normal, uma medida de dispersão definida pela raiz quadrada positiva da variância. Um desvio padrão próximo do valor de 0 indica que os dados tendem a estar próximos da média, enquanto desvio padrão alto indica maior dispersão dos dados em relação à média e é relacionado ao intervalo de confiança, conforme representado na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Desvio padrão e intervalo de confiança



Fonte: adaptado de <https://www.gratispng.com/png-fdptrp/>

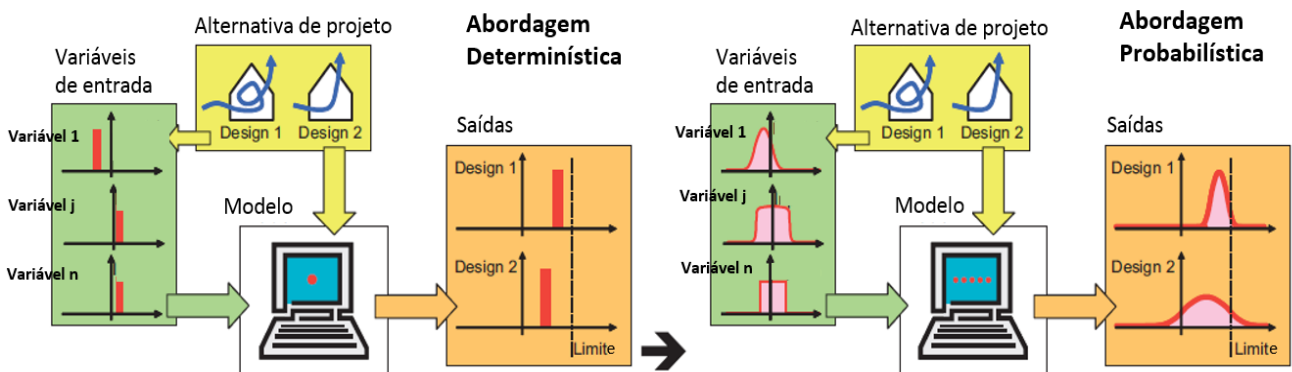
2.3.3 ANÁLISE DE INCERTEZA

A análise de incerteza visa a determinação do impacto das incertezas das variáveis de entrada nos dados de saída, aprofundando no mapeamento das variações e probabilidade de ocorrência das variáveis independentes (TIAN *et al.*, 2018b). As análises de sensibilidade costumam ser aplicadas na etapa inicial de uma análise de incerteza, para identificar as variáveis de maior impacto e, em seguida, proceder com análise de incerteza, na abordagem probabilística (TIAN *et al.*, 2018b). Idealmente, as análises de incerteza e sensibilidade devem ser executadas em conjunto (SILVA, 2016). Os benefícios das análises de sensibilidade e incerteza aplicada a edifícios são: a) permite simplificação do modelo com a triagem de parâmetros; b) demonstra a capacidade de melhorar a robustez do modelo; c) garante a qualidade da simulação, tomando conhecimento das incertezas inesperadas que podem levar a erros; d) fornece análise “e se ...” para suporte à decisão variando os parâmetros de entrada (HOPFE; HENSEN, 2011).

Dentre as abordagens, a determinística é considerada limitada (HEIJMANS; WOUTERS; LONCOUR, 2008; TIAN *et al.*, 2018) porque pode gerar conclusões precipitadas de um modelo através de simulações pontuais, com significativa diferença entre o desempenho aferido e

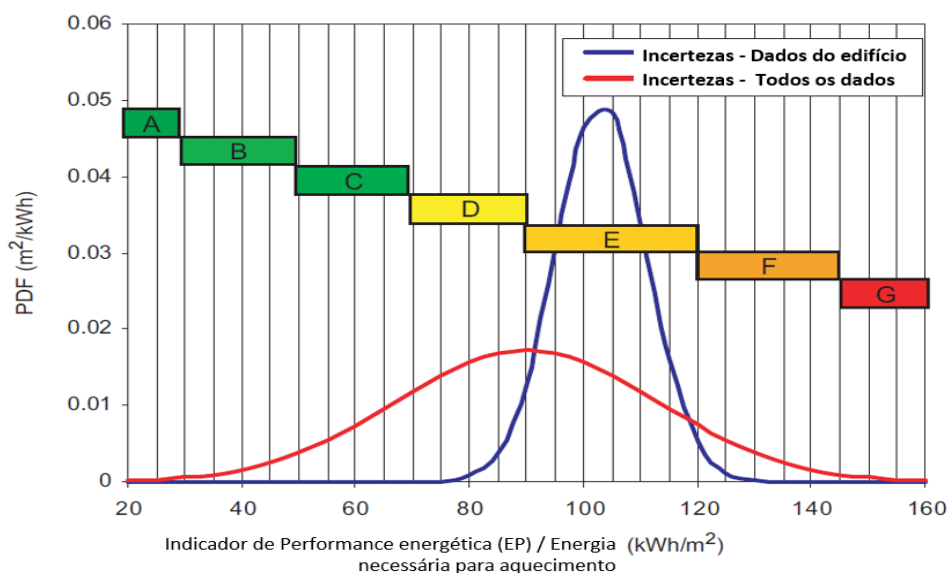
desempenho real (JAIN *et al.*, 2015). A abordagem probabilística é mais confiável que abordagem determinística, sendo seu resultado uma margem de valores prováveis que estão relacionados com as incertezas do modelo (Figura 2.2). São empregadas técnicas estatísticas para auxiliar na determinação de intervalos de confiança para alcançar resultados mais abrangentes e realistas quanto ao desempenho de edificações (CHONG; XU; LAM, 2016; FÜRBRINGER; ROULET, 1999; SILVA, 2016). Assim, seu uso é crescente em avaliação energética (HEIJMANS; WOUTERS; LONCOUR, 2008; TIAN *et al.*, 2018b) e recomendada em regulamentos energéticos (CORRADO; MECHRI, 2009; JAIN *et al.*, 2015). A abordagem probabilística com análise de incertezas ainda está sendo amadurecida quanto aos métodos (BURHENNE *et al.*, 2013; JAIN *et al.*, 2015), não difundido largamente na prática devido à dificuldade de lidar com inúmeros modelos de simulação, custoso computacionalmente (CHONG; XU; LAM, 2016). Quanto ao impacto nos resultados de classificação do nível energético de uma edificação (Figura 2.3), Corrado e Mechri (2009) analisaram a incerteza de 129 variáveis (decorrente de variáveis climáticas, operacionais e da envoltória), demonstrando que a confiabilidade dos resultados depende da qualidade dos dados de entrada. Chen *et al.* (2017) propuseram a abordagem probabilística em edifícios de escritórios naturalmente ventilados analisando o impacto das incertezas dos parâmetros de entrada para diferentes cenários no conforto térmico dos ambientes e comparando com simulações determinísticas.

Figura 2.2 – Abordagem determinística x abordagem probabilística.



Fonte: Traduzido de (HEIJMANS; WOUTERS; LONCOUR, 2008)

Figura 2.3 – Indicador de distribuição da performance energética.



Fonte: Traduzido de Corrado e Merchri (2009)

As fontes de incertezas podem variar quanto à classificação. Por exemplo Sun (2014) e Wang (2016) consideraram a incerteza da forma do modelo (discrepância do modelo), decorrente das aproximações numéricas e físicas dos programas computacionais; e as incertezas dos parâmetros (incerteza dos parâmetros associados ao modelo), classificadas em: (i) parâmetros de design, quanto à incerteza do parâmetro conforme estágio projetual; (ii) incerteza inerente aos parâmetros, geralmente incontrolável, como comportamento do usuário, forma de execução; (iii) parâmetros de cenário, como potencial de variação da condição climática ou econômica. Silva (2016) investigou incertezas projetuais dos parâmetros passíveis de alteração no processo projetual, dos algoritmos associados aos algoritmos do programa de simulação, da modelagem, referente a forma como o usuário do programa de simulação representa a edificação, das físicas, relacionadas à imprecisão das propriedades térmicas e físicas dos materiais e componentes construtivos, e as operacionais quanto ao uso da edificação, a exemplo de cargas térmicas internas dos ocupantes e operação dos sistemas. Versage (2015) cita incertezas de especificação, relacionadas a falta de informações das incertezas das propriedades dos elementos da edificação e informações de uso e ocupação, de modelagem relacionada a simplificações assumidas para representar o comportamento do sistema ao desenvolver um modelo, e de condições de análise, relacionada ao contexto climático, arquivos climáticos de referência tanto para dias típicos ou dias de projeto.

O local da fonte de incerteza pode variar (contexto, modelo, parâmetros, entradas e saídas) assim como pode se manifestar em diferentes níveis (WALKER et al., 2003 apud SILVA, 2016): (a) estatístico, como incerteza das ciências naturais, por exemplo, incerteza de propriedade térmica de material; (b) de cenário, além da estatística, para contornar as incertezas das 'forças externas' ou dos 'dados do sistema'; (c) de ignorância assumida, incerteza deixada propositalmente no modelo, por falta de conhecimento ou por ser considerada irrelevante no estudo; (d) de total ignorância, quando não é conhecida a extensão plena dessa ignorância.

As incertezas dos parâmetros são geralmente expressas em distribuições normais, enquanto incertezas de projeto podem ser expressas em distribuição uniforme (vide item 2.3.2), sendo contínuas ou discretas (TIAN *et al.*, 2018b).

2.3.4 ABORDAGENS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE INCERTEZA

A abordagem da incerteza pode ser direta ou inversa. A inversa, também chamada de calibração de modelos, determina variáveis desconhecidas através de modelos matemáticos a partir de dados de medição (TIAN *et al.*, 2018b). A direta, conhecida como propagação da incerteza, é a mais recorrente na literatura e foca na quantificação da incerteza que as variáveis de entrada ocasionam nos dados de saída, podendo ser probabilística ou não probabilística. A probabilística é mais difundida, sendo intuitiva, confiável e de implementação fácil a partir da simulação de um modelo de edificação com várias combinações, porém dependente fortemente de informação dos dados de entrada de um edifício.

Prataviera et al. (2022) analisaram a propagação de incerteza integrada à sensibilidade nos principais parâmetros de entrada de modelos de edifícios para obter perfis de carga de aquecimento e resfriamento de ambientes, demonstrando a importância de considerar a incerteza dos parâmetros operacionais, geométricos e físicos para obter simulações urbanas confiáveis, visando contribuir com os Modelos Energéticos de Edifícios Urbanos²⁷. Moujahed et al. (2022) aplicaram análises de incertezas para identificar discrepâncias nos resultados

²⁷ Modelos Energéticos de Edifícios Urbanos (UBEMs) são ferramentas para simular a demanda energética de edifícios em diferentes cenários urbanos.

produzidos em arquétipos de edifícios²⁸ e no grau em que esses resultados variam ao alterar os valores de entrada. Ekström et al. (2020) utilizaram análise de incertezas para avaliar como a qualidade dos dados entrada de propriedade declarada de um produto, material ou comportamento afeta a precisão do desempenho energético para condições de clima quente, moderado e frio em escritórios, observando mudança significativa nas curvas de densidade de probabilidade e que dados de maior qualidade não são significam distribuições mais estreitas nos modelos de entrada.

Novos métodos de análise de incerteza têm considerado a imprecisão de informação no início do processo projetual, como o método de análise de incerteza não probabilística conhecida como teoria de Dempster-Shafer (Dempster-Shafer theory - DST), aplicada a incertezas epistêmicas (CHANEY; HUGH OWENS; PEACOCK, 2016; TIAN *et al.*, 2017b, 2018c). Tian *et al.* (2018) exploraram a aplicação da teoria Dempster-Shafer (DST) para realizar análises de incerteza e sensibilidade para edifícios de escritório, indicando que a abordagem DST combinada com métodos de aprendizado de máquina pode fornecer informações rápidas e confiáveis sobre a incerteza da energia do edifício. Quando as informações de distribuição de probabilidade não estão disponíveis, e é considerada distribuição uniforme, os dados de saída resultantes não podem ser interpretados como uma distribuição probabilística, mas devem ser tratados como um intervalo de saída (TIAN *et al.*, 2018b).

As avaliações de propagação da incerteza podem ser categorizadas também entre os métodos baseados ou não em amostragem. Os métodos com amostragem são aplicados nas análises do tipo externa ou não intrusiva, que não intervém no código computacional, por meio de uma série de simulações com combinação de parâmetros para amostragem. É uma abordagem de alto custo computacional para simulação das amostras (TIAN *et al.*, 2018b). Ao contrário deste, o método sem amostragem é aplicado a partir de alteração no sistema computacional, e provê resultados eficientes e de alta precisão, porém não garante a validação do código do programa.

Os procedimentos de uma análise de incerteza têm início na quantificação das incertezas dos parâmetros. Chen *et al.* (2017) propõe sequência para definição de curvas de

²⁸ Os Arquétipos de Edifícios (BAs) são frequentemente usados na modelagem de perfis de consumo de energia de edifícios em escala urbana para representar o comportamento de consumo de energia de edifícios típicos dentro do ambiente urbano modelado (MOUJAHED *et al.*, 2022).

distribuição de probabilidade para cada incerteza analisada, indicando curva de probabilidade baseada em medições e dados reais e, caso não seja possível, no julgamento de especialistas com base nos dados e especificações de projeto, ou ainda em dados da literatura ou estudos de casos precedentes de quantificação de incerteza (CHONG; XU; LAM, 2016).

O procedimento geral proposto por Silva (2016), destaca cinco procedimentos principais:

- a. Definição da configuração do experimento, como locais, nível e natureza das incertezas investigadas conforme propósito do estudo, e definição das variáveis dependentes e independentes conforme incertezas analisadas.
- b. Análise de convergência das variáveis dependentes conforme tamanho da amostra, como forma de validação do tamanho da amostra aleatória. A análise de convergência para verificação do tamanho ideal da amostra é proposta por (FÜRBRINGER; ROULET, 1999), identificando quando as diferenças das médias e desvios da amostra da população tendem a ficar constantes com um determinado tamanho de amostra.
- c. Análise da aderência às funções de densidade de probabilidade das variáveis dependentes, para identificar uma curva de distribuição teórica que mais se assemelhe à distribuição real que está sendo analisada, conforme critérios de confiabilidade. Pode ser utilizado programa Minitab nesta etapa (SILVA, 2016) ou ferramenta específica como “Uncertainty Analyzer” do Energyplus (CHONG; XU; LAM, 2016).
- d. Cálculo do intervalo de confiança para as variáveis dependentes, com um nível de significância definido (α).
- e. Resultados de Incerteza, com elaboração dos gráficos de probabilidade de ocorrência como histogramas ou frequência acumulada. A interpretação dos resultados se dá a partir da amplitude dos intervalos de confiança e conforme comportamento das curvas dos gráficos de probabilidade. O objetivo da análise é determinar a amplitude de variação e também as regiões críticas nas variáveis de saída.

Na prática, os resultados de incerteza utilizam medidas estatísticas como desvio padrão, média, mediana, cálculo do intervalo de confiança e seu limite inferior (LI) e limite superior (LS), amplitude, além de intervalo interquartil, percentil, quartil e coeficiente de variação²⁹ (SILVA, 2016; TIAN et al., 2018c). É recorrente resultados expressos por histogramas, diagrama de caixa, estatística descritiva, distribuição de probabilidade acumulada, entre outros (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 – Exemplos de resultado de análise de incerteza.

Tipo de Resultado	Exemplo de apresentação do resultado	Referência																																		
Estatística descritiva de limite inferior (LI), superior (LS), amplitude e amplitude relativa ³⁰ (com 90% de confiabilidade) para cada modelo e variável dependente.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Variável</th> <th colspan="4">Modelo 1</th> </tr> <tr> <th>LI</th> <th>LS</th> <th>Amplitude</th> <th>AmpRel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GHA [°Ch]</td> <td>146</td> <td>252</td> <td>106</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>GHR [°Ch]</td> <td>7403</td> <td>10061</td> <td>2657</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>CA [kWh/ano]</td> <td>211,2</td> <td>295,6</td> <td>84,4</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>CR [kWh/ano]</td> <td>566,2</td> <td>1008,8</td> <td>442,6</td> <td>56%</td> </tr> <tr> <td>Ieq* [adim.]</td> <td>2,479</td> <td>3,233</td> <td>0,754</td> <td>26%</td> </tr> </tbody> </table>	Variável	Modelo 1				LI	LS	Amplitude	AmpRel	GHA [°Ch]	146	252	106	53%	GHR [°Ch]	7403	10061	2657	30%	CA [kWh/ano]	211,2	295,6	84,4	33%	CR [kWh/ano]	566,2	1008,8	442,6	56%	Ieq* [adim.]	2,479	3,233	0,754	26%	(SILVA, 2016)
Variável	Modelo 1																																			
	LI	LS	Amplitude	AmpRel																																
GHA [°Ch]	146	252	106	53%																																
GHR [°Ch]	7403	10061	2657	30%																																
CA [kWh/ano]	211,2	295,6	84,4	33%																																
CR [kWh/ano]	566,2	1008,8	442,6	56%																																
Ieq* [adim.]	2,479	3,233	0,754	26%																																
Histograma de frequência absoluta de ocorrência com curva de distribuição ³¹ e gráfico QQ (<i>normality plot</i>).	<p>Fig. 2. Frequency distribution and normality plot of weighted underheating hours when considering uncertainty in all paramete</p>	(HOPFE; HENSEN, 2011; MELO et al., 2016)																																		
Diagrama de caixa, com distância interquartil, LI e LS para comparação simulação e medição (1) e da amplitude da fonte de incerteza física com 90% de confiabilidade (2).	<p>(1) (2)</p>	(CHONG; XU; LAM, 2016) e (SILVA, 2016)																																		
Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência através do Gráfico da função de distribuição cumulativa (FDC) ³² (1) com definição de critério de aceitação (2).	<p>(1) (2)</p>	(EKSTRÖM et al., 2021)																																		

Fonte: elaborado pela autora (2023).

²⁹ O coeficiente de variação $CV = s / X * 100$, onde s é o desvio padrão, e X é a média entre os dados analisados.

³⁰ Amplitude relativa consiste na média amostral dividida pelo intervalo.

³¹ Gráfico de densidade (*Density plot*) e função densidade de probabilidade (FDP), descreve a verossimilhança de uma variável aleatória tomar um valor dado.

³² Gráfico de frequência acumulada ou gráfico Ogiva, em inglês *Cumulative distribution function* (CDF).

2.3.5 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

Análises de sensibilidade e incerteza têm sido comumente realizadas através de simulação nos programas EnergyPlus, ESP-r, TRNSYS e DOE2 (TIAN, 2013). Estes programas são muito flexíveis e adequados para análises de sensibilidade, uma vez que permitem interoperabilidade com linguagens de programação, tais como linguagem R, Simlab, Matlab e Excel VBA (SILVA, 2016; YANG et al., 2017). Por exemplo, Tian (2017) utilizou o programa EnergyPlus para simulação energética e scripts em linguagem R para propor abordagem robusta de análise de sensibilidade através de meta-modelagem Sobol' e coeficientes de regressão padronizados. Yang (2016) utilizou pacotes de análises de sensibilidade e metamodelagem em linguagem R, e cria modelos de simulação no EnergyPlus (com geometria no sketchup), para comparar quatro métodos de sensibilidade globais em edifício comercial na China. Delgarm et al. (2018) integraram simulações no EnergyPlus por meio do MATLAB para definir variáveis predominantes que afetam a eficiência energética de edifícios na fase inicial de projeto.

Os scripts em linguagem de programação permitem automatizar o processo de criação dos modelos com as diferentes combinações dos parâmetros, com base em métodos estatísticos (TIAN *et al.*, 2017a), uma vez que a maioria dos métodos de análise de sensibilidade envolve a criação de grande número de modelos a serem simulados. A linguagem de programação em R, por exemplo, consiste numa linguagem e ambiente para computação estatística avançada e permite criar, de forma automatizada, centenas ou milhares de modelos e calcular os índices de sensibilidade. Esta linguagem vem sendo utilizada juntamente com o EnergyPlus em pesquisas na área de desempenho de edifícios (SILVA, 2016; TIAN et al., 2017a; YANG et al., 2016), visto que o EnergyPlus é um software de código aberto que gera arquivos de extensão IDF (input data file) e que são arquivos do tipo ASCII facilmente editáveis pelas linguagens de programação. Além disso, cresce o uso desta abordagem integrada com os metamodelos, permitindo otimização e celeridade das análises, conforme item 2.1.2.

Silva (2016) contribuiu na sistematização dos procedimentos de aplicação de análise de sensibilidade e incerteza, desenvolvendo scripts em linguagem R para diversos métodos de análise de sensibilidade, como método de Sobol', Efeitos Elementares de Morris, FAST, dentre

outros. Foram combinadas a simulação de edificações (considerando os fenômenos termo físicos), a estatística (considerando o planejamento de experimentos, análise e tratamento de dados) e a ciência da computação, de forma a tornar o processo sistemático e programável com manipulação de grande quantidade de dados rapidamente. Os scripts “Soboljansen.create” e “Soboljansen.analyse” elaborados por Silva (2016) foram utilizadas na tese³³.

2.4 VARIÁVEIS INFLUENTES NO DESEMPENHO

A determinação das variáveis influentes no desempenho energético envolve desde fatores externos ao edifício, como condições climáticas, até controles internos e intervenções de comportamento do usuário, além das características do edifício (CHEN *et al.*, 2020), como a forma do edifício, aberturas, sombreamento e propriedades térmicas da envoltória, contempladas no metamodelo da INI-C.

2.4.1 A FORMA DO EDIFÍCIO

A forma das edificações tem significativo impacto no desempenho energético. Formas mais compactas, com menor área de superfície da envoltória, resultam em menor consumo de energia em climas com grande demanda de aquecimento ou refrigeração (ALANZI; SEO; KRARTI, 2009; D’AMICO; POMPONI, 2019; HEMSATH; ALAGHEBAND BANDHOSSEINI, 2015; OURGHI; AL-ANZI; KRARTI, 2007), entretanto diminuem a qualidade do ar, relação com o exterior, ventilação e iluminação natural (CATALINA; VIRGONE; IORDACHE, 2011; D’AMICO; POMPONI, 2019). Em climas quentes, o impacto da forma do edifício está associado diretamente às características da envoltória: uma forma alongada que possui envoltória eficiente que aproveita luz natural e reduz a carga térmica é recomendada, ao passo que a mesma forma alongada com uma envoltória ineficiente terá uma exposição solar excessiva que deve ser evitada, dando preferência nesse caso a formas mais compactas (PEDRINI, 2003).

O principal obstáculo para discutir a forma são as incontáveis configurações num amplo espaço de solução (HEMSATH; ALAGHEBAND BANDHOSSEINI, 2015), e o principal

³³ O objetivo destes scripts é analisar a sensibilidade global pelo método de Sobol’ (objetivos específicos descritos no apêndice 1) sendo utilizado na tese integrado com o metamodelo INI-C (conforme descrito no apêndice 1).

benefício é sua otimização desde as fases iniciais de projeto (D'AMICO; POMPONI, 2019; ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2017; YI; MALKAWI, 2009).

A forma do edifício pode ser representada por fatores e índices para abarcar as inúmeras configurações e a terminologia varia na literatura (ESTEVES *et al.*, 2018). Os mais comuns são o fator de forma (FF), fator de compactidade (CF) ou SVR³⁴, fator de altura (FA) e compactidade relativa (RC), e se baseiam em área de piso interna (Fa), área de envoltória (Ae), volume do espaço interno (V), volume de área climatizada artificialmente (Vc), área de piso climatizada artificialmente (Ac), perímetro do pavimento (Pb), dentre outras métricas (Quadro 2.5).

³⁴ Em inglês Surface to Volume Ratio (SVR) ou Shape Factor ou ainda sigla Compactness Factor CF (ESTEVES *et al.*, 2018).

Quadro 2.5 – Métricas usadas para caracterização da geometria de edifícios.

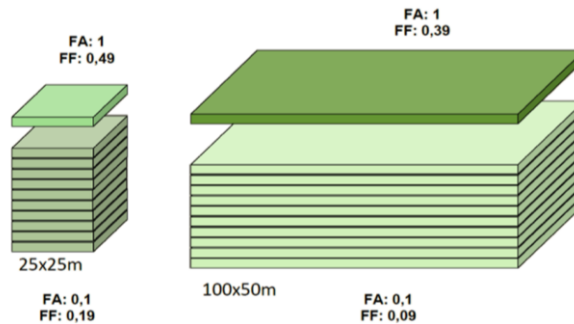
Nome da Métrica	Obtenção	Observação	Referência
Fator de Forma (FF)	$FF=Ae/V$	Muito difundido. Utilizado no regulamento energético brasileiro. Limitado a comparação de volumes semelhantes.	(CARLO, 2008; CB3E, 2017; ESTEVES <i>et al.</i> , 2018)
Fator de compacidade (CF) ou SVR	$CF=Ae/Vc$	Unidade em m^{-1}	(ESTEVES <i>et al.</i> , 2018)
Fator de Altura (FA) (adimensional)	$FA=A_{cob}/A_{tot}$	Utilizado no regulamento energético brasileiro. Indica a influência da coberta.	(BRASIL, 2010) Signor (2001) apud (CARLO, 2008)
Compacidade relativa (RC)	$RC = \frac{(V/A_{ext})_{building}}{(V/A_{ext})_{ref}}$	Muito difundido. Limitado a comparação de volumes semelhantes	(CATALINA; VIRGONE; IORDACHE, 2011; OURGHI; AL-ANZI; KRARTI, 2007; PESSENLEHNER; MAHDAVI, 2003)
Área de piso pelo fechamento (Fa)	$Fa=Au /Ae$	Recompensa edifícios com menor altura de piso a piso	(STRAUBE, 2012)
Compacidade C	$C=V/Ae$	Métrica típica na Europa	(STRAUBE, 2012)
Comprimento Característico ou Characteristic Length (CL)	$CL=Vc/Ae$	Inverso do CF, visando unidade (m) mais apropriada para entendimento da forma (do que SVR em m^{-1})	(ESTEVES <i>et al.</i> , 2018)
CI índice de compacidade (%)	$CI=Pc/Pb.100$	Tem sido utilizada para analisar a compacidade do pavimento dos edifícios. Indica sobre a eficiência de compacidade, mas não relaciona com o volume	(ESTEVES <i>et al.</i> , 2018)
SF Fator de Forma SFAR ou FAEP	$SF=Ae/Ac$	Formas compactas tem valor SF entre 1-2	(ESTEVES <i>et al.</i> , 2018)
Fator de compacidade da forma (ψ)	$\frac{S}{S_{min}} = \frac{1}{3\sqrt{4}} \left(\frac{2rk+r+2k}{\sqrt[3]{r^2k^2}} \right)$	método de caracterização independente do volume. Tabela de suporte para comparação de edificações	(D'AMICO; POMPONI, 2019)
Fator de Formato	$F=A_{om}/A_c$	Adequado a climas frios (como Suécia e Alemanha)	(LYLYKANGAS, 2009)
<p>Legenda:</p> <p>Ae: área da envoltória (somatório das superfícies de fechamento) (m^2)</p> <p>Au: área de piso Útil (m^2)</p> <p>V: volume total (m^3)</p> <p>V: volume condicionado (m^3)</p> <p>A_{om}: área da superfície da envoltória levantada a partir do interior do ambiente (m^2)</p> <p>A_c: área de piso condicionada (m^2)</p> <p>A_{cob}: área da cobertura (m^2)</p> <p>A_{tot}: área de piso total (m^2)</p> <p>Pc: perímetro do círculo cuja área de piso é igual a do edifício (m)</p> <p>Pb: perímetro das paredes exteriores do edifício (m)</p>			

Fonte: elaborado pela autora (2023).

No Brasil, a INI-C (BRASIL, 2022) utiliza o FF e FA para caracterizar a forma das edificações comerciais no método prescritivo o simplificado (BRASIL, 2010, 2022). Como o FF

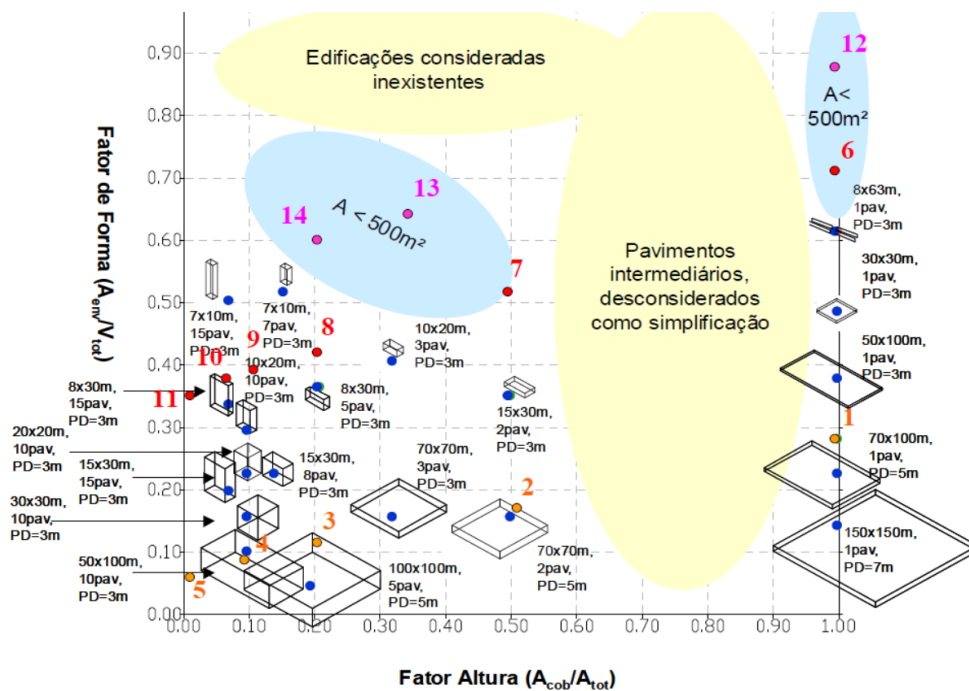
relaciona a área de envoltória com o volume interno, quanto menor o FF (ex: FF=0,09), maior é o porte da planta baixa, enquanto um FF=0,7, caracteriza edificação de pequeno porte. O FA indica a relação entre a área total da cobertura e a área total de piso do edifício, sendo FA=1 para edificação térreas, FA=0,5 para 2 pavimentos, e FA=0,10 edificações com 10 pavimentos (Figura 2.4). Quando associados, o FF e FA possibilitam traçar um perfil da envoltória das edificações para relacionar ao desempenho energético (Figura 2.5).

Figura 2.4 – Exemplos de Fator de Forma (FF) e Fator de Altura (FA) de edifícios



Fonte: (CB3E, 2015).

Figura 2.5 – Volumetria de edificações comerciais: exemplos gerais com Ilustrações (azul) e edificações simuladas (laranja, vermelho e rosa).



Fonte: (CARLO, 2008)

É possível quantificar a compactação das formas de modo independente do tamanho (e volume) dos edifícios, para análises comparativas de edifícios, através de derivação analítica de fator adimensional para medir a extensão em que as variações das formas afetam a relação

entre a área de superfície externa e o volume interno da forma do edifício (D'AMICO; POMPONI, 2019). A determinação de relações também pode ser obtida por parametrização em programas integrados como Rhinoceros/Grasshopper (TOULOUPAKI; THEODOSIOU, 2017). A otimização da forma pode empregar cálculos numéricos ou algoritmos evolucionários como algoritmos genéticos³⁵ (GA) (KÄMPF; ROBINSON, 2010; MAGNIER; HAGHIGHAT, 2010), mas a complexidade exige expertise inacessível à maioria dos projetistas, que ainda continuam confiando nos métodos de tentativa e erro nas fases iniciais de projeto, mesmo com os avanços nas ferramentas de simulação (RAJI; TENPIERIK; VAN DEN DOBBELSTEEN, 2017)

É verificado que apenas a forma não é suficiente para determinar o desempenho visto o impacto do sombreamento e transparência por orientação em cada fachada nas trocas calor e consumo energético (RAJI; TENPIERIK; VAN DEN DOBBELSTEEN, 2017). Por isso, a forma é comumente combinada com diferentes percentuais e distribuições de PAF, orientação e formatos de planta (ALANZI; SEO; KRARTI, 2009; OURGHI; AL-ANZI; KRARTI, 2007; RAJI; TENPIERIK; VAN DEN DOBBELSTEEN, 2017). Por exemplo, foi encontrada maior correlação das formas com alto PAF, a partir de 14 tipologias representativas com diversidade geométrica, formadas a partir de célula básica (DEPECKER *et al.*, 2001). Raji et al. (2017) combinaram 12 formatos de planta, variações de PAF, sete profundidades, quatro orientações em três climas distintos (temperado, subtropical e tropical). Foram encontradas variações de até 32% e as características mais influentes foram a orientação, forma, profundidade e PAF. Entretanto os estudos apontam que a orientação tem impacto quase que independente da forma para clima quente, principalmente para PAF pequeno (ALANZI; SEO; KRARTI, 2009).

2.4.2 ABERTURAS: PERCENTUAL DE ABERTURA NA FACHADA (PAF) E SOMBREAMENTO

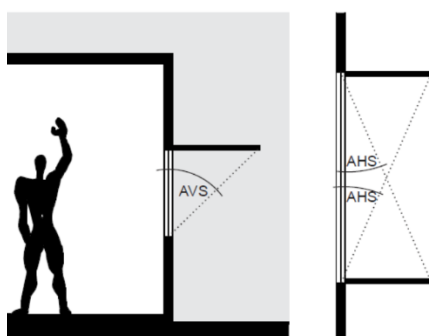
As aberturas são suscetíveis a grande perda ou ganho de carga térmica devido à alta condutividade do material e exposição ao ganho direto de radiação solar, impactando fortemente o desempenho energético de edifícios (SUSOROVA *et al.*, 2013). O tamanho das aberturas é comumente analisado através do Percentual de Abertura da Fachada (conhecido

³⁵ Em inglês "Genetic Algorithm"

como PAF³⁶) calculado pela razão entre a área envidraçada das janelas e a área total de fachada (BRASIL, 2022).

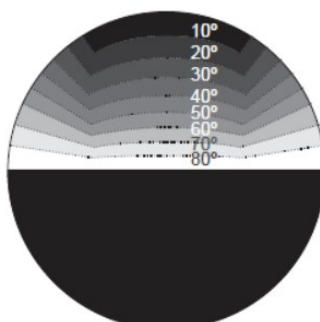
O sombreamento de aberturas é necessário sobretudo nos trópicos para diminuir o ganho térmico solar pelas aberturas, podendo ser representado pelo Fator de Projeção (ASHRAE., 2016), ângulos de sombreamento (BRASIL, 2022) e máscara de sombra. Na INI-C os ângulos podem ser horizontais (AHS), verticais (AVS) (Figura 2.6) ou de obstrução de vizinhança (AOV) (Figura 2.7 e Figura 2.8).

Figura 2.6 – Representação do AVS e AHS.



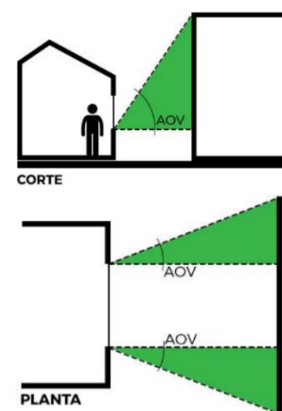
Fonte: (VERSAGE, 2015).

Figura 2.7 – Representação AOV em proj. estereográfica.



Fonte: (VERSAGE, 2015).

Figura 2.8 – Representação AOV em relação a janela.



Fonte: MANUAL INI-C (CB3E, 2022).

A máscara de sombra é uma ferramenta frequentemente usada no dimensionamento de proteções solares, capaz de representar qualquer geometria e avaliar o período do ano que um determinado ponto recebe radiação solar direta, assim como a fração do céu visível. Os ângulos de sombreamento são caracterizações mais simplificadas da obstrução solar, e por isso difundidos em normas como a ASHRAE 90.1 (ASHRAE., 2016) e INI-C (BRASIL, 2022). O AVS é o ângulo formado entre o elemento de sombreamento horizontal e a base da janela, enquanto o AHS de cada abertura é calculado pela média entre os dois ângulos encontrados, um para cada lateral da abertura (Figura 2.6).

O ângulo de obstrução vizinha (AOV) visa caracterizar o impacto de obstruções paralelas à abertura de determinada zona térmica, gerada por edificações vizinhas ou auto sombreamento paralelo à abertura. É formado pelo ponto da altura do peitoril da janela e o

³⁶ O PAF corresponde ao WWR em inglês.

ponto mais alto da obstrução vizinha, conforme demonstra Figura 2.8, em combinação entre os ângulos formados pela altura e largura desta superfície em relação à abertura da zona térmica (BRASIL, 2022).

O AOV foi considerado na construção do metamodelo da INI-C através de zonas térmicas conforme azimute, utilizando diferentes cenários de sombreamento (variação do AOV) na zona térmica, para o treinamento do metamodelo (BAVARESCO et al., 2017).

2.4.3 PROPRIEDADES TÉRMICAS DA ENVOLTÓRIA E EXPOSIÇÃO DO PISO E COBERTA

Enquanto as aberturas têm ganho térmico direto de energia solar, as paredes externas opacas trocam o calor entre o interior e o exterior da edificação (RAJI; TENPIERIK; VAN DEN DOBBELSTEEN, 2017). Além da área de fechamento opaco e das condições climáticas internas e externas, a troca de calor depende das propriedades térmicas dos sistemas construtivos, como a transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT), e das propriedades físicas superficiais, como a absorptância solar (α), frequentemente especificados em normas e regulamentos conforme contexto climático (KHEIRI, 2018).

A transmitância térmica se refere a transmissão de calor em unidade de tempo por área unitária de um elemento ou componente construtivo, seja dos vidros (U_{VID}), paredes externas (U_{par}) ou cobertura (U_{cob}), incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes (BRASIL, 2022).

A capacidade térmica é a propriedade térmica de paredes externas (CT_{par}) e cobertura (CT_{cob}) que representa a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um sistema em uma unidade, indicando a facilidade ou não para reter calor. Seu cálculo para INI-C deve ser realizado com base na ISO 10456 e ISO 10211³⁷.

A absorptância solar é um fator adimensional para elementos opacos de paredes (α_{par}) e cobertura (α_{cob}) que representa o “quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície”, relacionada a capacidade do revestimento de absorver radiação solar.

³⁷ As ISO 10456 e ISO 10211 substituem a NBR 15220 nos cálculos referidos.

O fator solar (FS) do vidro é a “razão entre o ganho de calor que entra em um ambiente por uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura, a qual inclui o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que é transmitida ao ambiente por condução ou convecção” (BRASIL, 2022). O valor é normalmente extraído do catálogo do fabricante e representado em porcentagem, porém para INI-C adota-se o valor em forma decimal.

A exposição do ambiente ao piso e coberta interfere significativamente na carga térmica de refrigeração. Ambientes térreos com contato com solo (que possui grande inércia térmica) têm cargas térmicas de refrigeração mais baixas em comparação as demais condições (VERSAGE, 2015).

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura demonstra a relevância das análises de sensibilidade e incerteza nas avaliações de desempenho energético de edifícios na atualidade. Os métodos estatísticos e algoritmos de predição vêm sendo incorporados em várias áreas do conhecimento, inclusive na área do ambiente construído, avançando substancialmente os métodos empregados. As publicações mais recentes recomendam métodos globais para condução de análises de sensibilidade e avaliações de otimização de edifícios. Foi identificado método de Morris e Monte Carlo de correlação e regressão como os mais recorrentes na literatura. É notória a crescente aplicação e discussão de métodos mais robustos baseados em variância (como método de Sobol’), e uso de metamodelos para contornar o alto custo computacional destes métodos, pela sua capacidade de fornecer rápida resposta em comparação as simulações termo energéticas, sendo estes utilizados na tese.

Quanto às análises de incertezas, o tipo de abordagem probabilística é a mais difundida na área de desempenho de edificações, sendo utilizada para incertezas físicas, projetuais, operacionais, além de incertezas de modelagem e mudança climática, principalmente por meio do programa EnergyPlus. É considerada intuitiva, confiável e de fácil implementação a partir da simulação de um modelo de edificação com várias combinações, com a desvantagem de depender fortemente da obtenção de dados de quantificação das incertezas. Os métodos não probabilísticos de análises de incertezas têm sido pesquisados para situação de insuficiência de dados de incertezas, como no início do processo projetual, a exemplo da teoria

de Dempster-Shafer (TIAN *et al.*, 2017b). Estudos atuais visam explorar os diversos métodos, suas limitações e potencialidades, apresentando o estado da arte do tema, visto que o assunto ainda possui um campo vasto a ser explorado para melhor aplicabilidade e difusão. É defendido pelos pesquisadores que a abordagem probabilística (que considera incertezas) é mais confiável para apresentação às partes interessadas ou regulamentos energéticos, sendo analisada na tese. Apesar disso, essa abordagem ainda é incipiente no Brasil e, internacionalmente, na área de desempenho de edifícios, porque sua aplicação depende da compreensão de uma série de aspectos estatísticos (como métodos de amostragem, curvas de probabilidades, etc), necessidade de dados de incerteza muitas vezes indisponíveis, e gerenciamento e automatização de procedimentos e dados, lidando com ferramentas que não eram usuais (como linguagens de programação a exemplo da Linguagem R) e volume de dados e simulações muito maior que a abordagem determinística.

Muitos estudos abordam a relação entre eficiência energética e as variáveis de projeto, e a otimização ainda depende de muitos fatores, reconhecido por Chen *et al.* (2020). Os modelos de referência são adotados para representar edificações do mesmo tipo, condição de uso e clima, acessando o desempenho e estratégias de um estoque de edificações, úteis para propor medidas governamentais de larga escala. A literatura demonstra o benefício do uso de células para investigação do desempenho de edifícios e seus parâmetros, permitindo análises não atreladas a uma geometria específica de edificação³⁸.

A análise da forma das edificações trata do contexto de climas frios principalmente (que coincide com muitos dos países desenvolvidos), com mais variações de métricas em função do impacto no aquecimento do edifício. Artigos mais recentes passam a discutir a envoltória no contexto de climas quentes. O índice de Compacidade relativa (RC) é mais difundido nos estudos comparativos do desempenho das formas com volume constante (ATTIA *et al.*, 2012; HEMSATH; ALAGHEBAND BANDHOSSEINI, 2015), enquanto o FF é útil para necessidades de simplificação e caracterização da envoltória em regulamentos energéticos, mesmo que tenha limitações de representar a geometria das edificações em toda sua massa 3D. O Fator de forma (FF) quando associado ao fator de altura (FA) permite observar a influência da cobertura de forma simples e perceptível (para relacionar com projetista)

³⁸ sendo utilizada na tese através das zonas térmicas (conforme INI-C)

enquanto FF caracteriza a robustez e compacidade (utilizada na tese). Outros estudos mais atuais trazem alternativas para caracterização da forma independente do volume, em detrimento das métricas mais usuais (como FF e RC). Quanto às aberturas, muitos estudos analisam o Percentual de Abertura na Fachada (PAF) não associado ao sombreamento, sob a ótica de climas temperados e não tropicais.

Artigos mais recentes enfatizam a diferenciação de elementos chave de tipologias arquitetônico-energéticas (como envoltória, compacidade, formato) na avaliação do desempenho de edifícios. Estas abordagens são úteis para o processo projetual, para estratégias de simplificação de modelagem, além de contribuir nos métodos simplificados de regulamentos energéticos, que não consideram aspectos morfológicos no processo de avaliação, padronizando os critérios (a exemplo do RAC INI-C). Os estudos que definem tipologias representativas de edifícios comerciais no Brasil embasaram a definição das geometrias consideradas na tese.

A discriminação de características prioritárias (*Minimum dataset*) para concentrar os esforços nas variáveis mais influentes (que são definidas com precisão em relação as demais) é vista como alternativa promissora para melhoria da acuracidade de modelos de simulação e otimização de tempo, na ótica de uma abordagem discriminativa dos parâmetros (em consonância com EGAN et al., 2018; NEALE et al., 2022; RODRÍGUEZ et al., 2013), através de análises de sensibilidade e incerteza. A abordagem é útil em aplicações diversas como suporte projetual, retrofit e regulamentos energéticos, porém ainda é pouco explorada no contexto brasileiro, com considerável diversidade climática e de arquétipos de edificações e demanda predominante de resfriamento, quanto a relação das características prioritárias no atendimento de metas e incerteza de resultados, considerando diversidade de campos de solução de envoltória e geometria de edifícios.

O metamodelo da INI-C constitui em uma ferramenta de alta capacidade de predição e confiabilidade³⁹, que pode ser integrada a diversos tipos de análises, como análises de sensibilidade globais e incertezas (aplicadas na tese), além de multicritério dentre outras, tornando as avaliações mais robustas, em consonância com a tendência internacional.

³⁹ Quanto as incertezas do metamodelo INI-C, estas não são totalmente explícitas e detalhadas para cada variável do metamodelo, em função da complexidade e as inúmeras fontes de incertezas possíveis, porém desde que respeitados os limites de tolerâncias, os estudos apontam a confiabilidade do metamodelo (BAVARESCO et al., 2017; MELO et al, 2016).

É recorrente a rotina de conduzir análises de sensibilidade antes da análise de incertezas, identificando as características mais relevantes para priorizar a caracterização das incertezas das influentes. Isso porque, para viabilizar a análise de incerteza é necessário predefinir as prioridades (que serão detalhadas quanto a incerteza) por meio de análise de sensibilidade. Na análise de sensibilidade a hierarquização de importância das variáveis dependem do valor da característica, da sua amplitude de variação e das variáveis que interagem, sendo necessária definição de um universo para que seja quantificada a sensibilidade.

Os estudos que abordam sensibilidade e incerteza costumam analisar um universo restrito através de caso específico de análise (CHEN et al., 2017; EKSTRÖM et al., 2020; HOPFE; HENSEN, 2011; SILVA, 2016; TIAN; DE WILDE, 2011), com variável dependente recorrente de aquecimento (que condiciona a relação entre as variáveis) não explorando a relação com a diversidade de forma e envoltória. Quando se explora a relação com a forma e envoltória, essa se dá sem ferramentas robustas como sensibilidade global e de incerteza (DEPECKER *et al.*, 2001; RAJI; TENPIERIK; VAN DEN DOBBELSTEEN, 2017; RINGEL; CAPELUTO, 2020).

A revisão demonstra que ainda existem lacunas quanto as abordagens discriminativas e impacto das incertezas nos resultados, sendo passível de investigação quais os procedimentos necessários para otimizar as modelagens sem comprometer os resultados, compreendendo as relações entre sensibilidade e incerteza, os comportamentos específicos dos índices de sensibilidade e efeitos de incerteza no atendimento de metas.

3 MÉTODO

Este trabalho trata da investigação da modelagem com prioridades relaciona a sensibilidade das características da edificação, com foco na envoltória, com seus impactos na incerteza dos resultados, para justificar o tratamento diferenciado na caracterização de variáveis de entrada. Os resultados correspondem às densidades de carga térmica de resfriamento (DCgTR), obtidas por meio do metamodelo RNA da INI-C (BRASIL, 2022), obtidos por meio da colaboração do LabEEE/UFSC⁴⁰. Este metamodelo foi escolhido devido à confiabilidade (MELO, et al., 2016; BAVARESCO et al., 2017; VERSAGE, 2015), disponibilidade, baixa demanda de recursos computacionais e potencial de aplicabilidade dos resultados desta pesquisa. O contexto de clima é o quente e úmido, representado por Natal/RN e Zona Bioclimática 8 (ZB 08), devido a predominância das cargas térmicas de resfriamento.

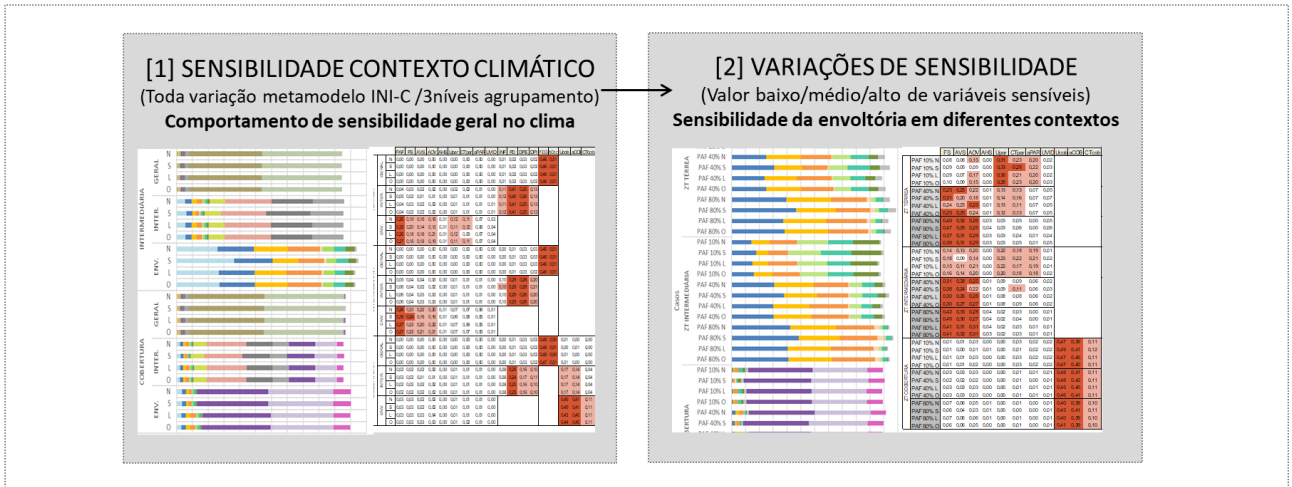
O método está estruturado em cinco abordagens, sendo as duas primeiras de sensibilidade e as três restantes de incertezas (Figura 3.1). A primeira análise de sensibilidade no contexto climático é a geral porque aborda todas as faixas de variações de todas as variáveis do metamodelo, considerando três níveis de detalhamento, para relativizar à importância das características da envoltória em relação às demais. A segunda análise é de variações de sensibilidade das características mais relevantes da envoltória, para avaliar o comportamento em relação ao contexto⁴¹. A terceira análise, de incerteza local, identifica o impacto da incerteza de uma característica por vez e relaciona com sua sensibilidade. A quarta, de incerteza global, identifica o comportamento do efeito acumulado das incertezas. A quinta, de limites de incertezas, compara o impacto de tolerâncias das variáveis de entrada do RAC com a incerteza dos resultados, no contexto de classificação da INI-C e demonstra a aplicação da abordagem. As análises de sensibilidade foram realizadas por zonas térmicas para destacar a influência isolada das variáveis de entrada sem o efeito combinado das demais zonas da edificação. As análises de propagação de incertezas consideram toda a edificação (e não apenas por zonas térmicas), uma vez que o propósito é identificar o impacto absoluto das incertezas no resultado de desempenho do edifício.

⁴⁰ LabEEE/UFSC é o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, responsável pelo desenvolvimento do regulamento INI-C e o metamodelo RNA de predição da carga térmica de resfriamento (DCgTR).

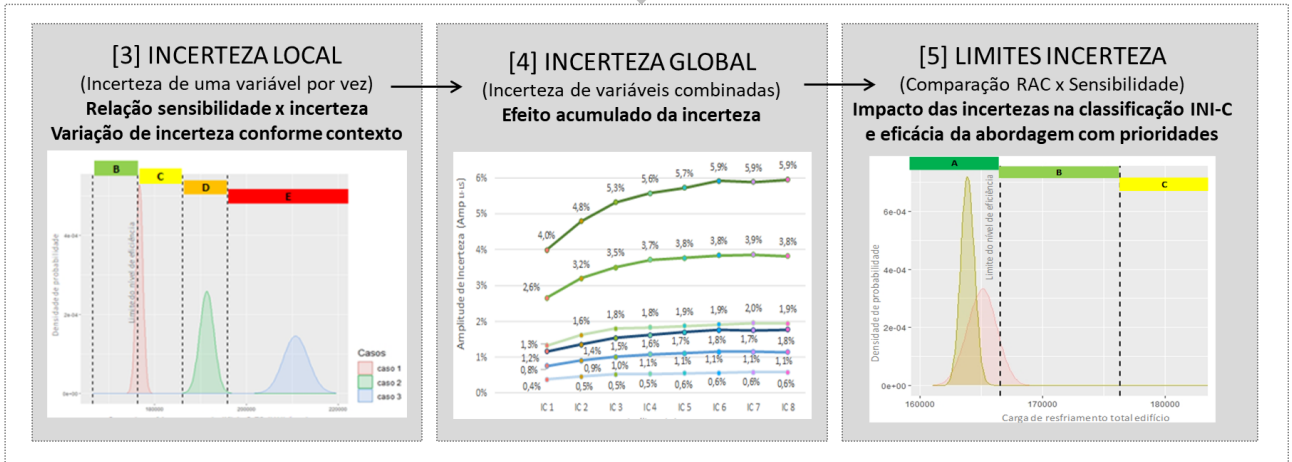
⁴¹ O contexto refere-se a campos de soluções em função da combinação específica das características do edifício.

Figura 3.1 – Sequência de abordagens do método.

Análises de Sensibilidade



Propagação de incerteza (com sensibilidade)



Fonte: elaborado pela autora (2023).

É apresentada caracterização do clima de Natal/RN e sua trajetória solar, dando suporte na interpretação dos resultados de sensibilidade e incerteza por orientação.

3.1 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A primeira análise de sensibilidade foi realizada nos níveis⁴² geral, intermediário e envoltória (Quadro 3.1) para diferenciá-las e evitar mascaramentos:

- Geral: intermediária e envoltória, acrescidas de densidade de ocupação e horas de ocupação.

⁴² Os níveis de análise (geral, intermediário e envoltória) foram definidos com base nos resultados obtidos de sensibilidade, uma vez que foi observado mascaramento provocado por variáveis ressonantes.

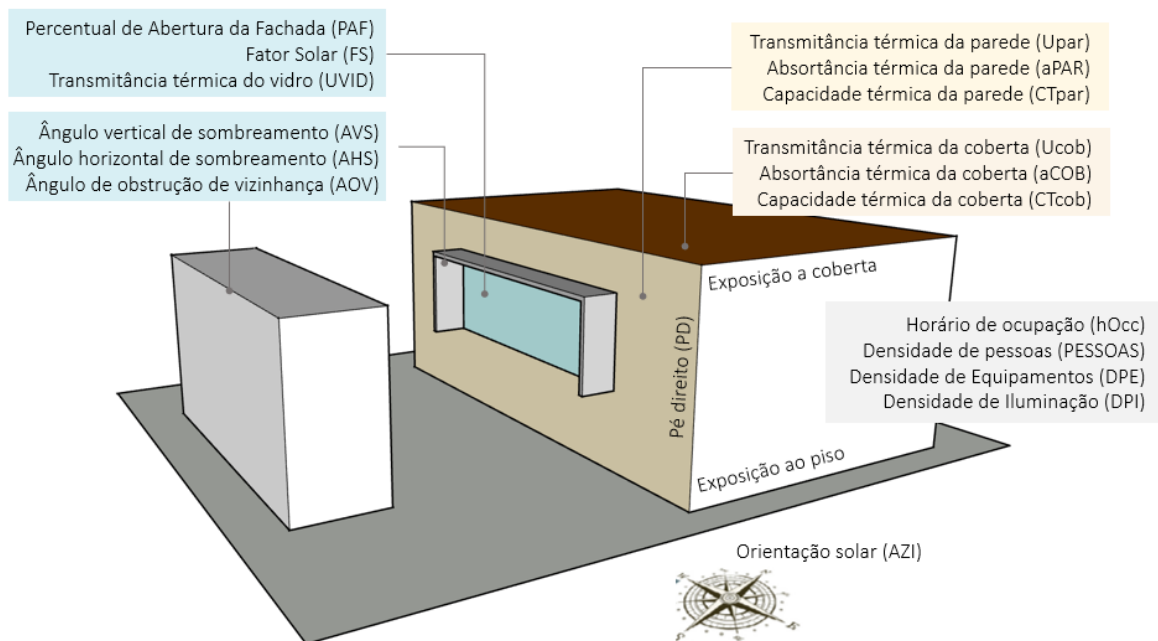
- Intermediária: envoltória, acrescentadas de infiltração, pé-direito, densidade de potência de equipamentos, densidade de potência de iluminação;
- Envoltória: percentual de abertura da fachada⁴³, fator solar do vidro, ângulo vertical de sombreamento, ângulo de obstrução vizinha, ângulo horizontal de sombreamento, transmitância térmica da parede externa, capacidade térmica da parede, absorvância solar da parede, transmitância térmica do vidro, transmitância térmica da cobertura, capacidade térmica da cobertura, absorvância solar da cobertura (Figura 3.2);

Quadro 3.1 - Níveis de detalhamento de variáveis da envoltória e demais.

nível	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	INF	PD	DPE	DPI	PESS	hOCC
Geral	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Intermediário	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Envoltória	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 3.2 – Variáveis do metamodelo consideradas nas análises⁴⁴.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

⁴³ Não foram considerados dispositivos paralelos à fachada descontados do PAF. O sombreamento analisado se restringiu aos ângulos de sombreamento inseridos diretamente no metamodelo.

⁴⁴ Foram consideradas as variáveis do metamodelo porque estas representam variáveis influentes no desempenho, com ênfase no comportamento da envoltória (recorte da tese).

As variações de sensibilidade se detiveram no comportamento das seis variáveis de entrada mais sensíveis⁴⁵ (PAF, FS, AOV, AVS, Ucob, aCOB) para valores baixos, médios e altos, separadamente (Tabela 3.1). Por exemplo, as análises de sensibilidades ocorrem para um cenário de PAF 10%, para outro cenário de PAF 40%, e outro cenário de PAF 80%, para relacionar a sensibilidade ao valor da variável de entrada e não à faixa.

Tabela 3.1 – Casos avaliados quanto às variações de sensibilidade de valores específicos.

Nº	CARACTERÍSTICA	VARIAÇÕES	CASOS
1	Percentual de abertura da fachada (PAF)	10/40/80%	36
2	Fator solar do vidro (FS)	0,21/0,5/0,87	36
3	Sombreamento vizinhança (AOV)	0/40/80°	36
4	Sombreamento abertura (AVS)	0/40/80°	36
5	Transmitância térmica da cobertura (Ucob)	0,51/2/5,07 W/(m ² K)	12
6	Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2/0,5/0,8	12

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As análises foram específicas por zona térmica para diferenciar os comportamentos e para não se limitar a uma edificação com geometria específica (BAKER, 1994; MELO, 2012; PEDRINI, 2003; VERSAGE, 2015). As zonas térmicas periféricas têm profundidade de 4,5m⁴⁶ e dispensam a necessidade de caracterizar a largura e o comprimento (item 3.1.2). As zonas térmicas analisadas foram diferenciadas em:

- térrea, intermediária e cobertura para separar os efeitos do contato com o solo e a cobertura exposta;
- Norte, Sul, Leste e Oeste para isolar o efeito da orientação⁴⁷.

Os parâmetros fixos, como ocupação e cargas internas, foram os de referência da INI-C para escritórios (Tabela A.1 da INI-C).

Os resultados foram comparados quanto à sensibilidade e interação e agrupados por semelhança. Cada grupo foi analisado detalhadamente para destacar as diferenças de sensibilidade de um mesmo parâmetro e sua interação com as demais variáveis.

⁴⁵ As variáveis mais sensíveis foram identificadas a partir da análise de sensibilidade inicial do contexto climático. O ângulo de sombreamento horizontal (AHS) não foi considerado visto sua influência ínfima no desempenho do contexto climático em questão.

⁴⁶ Existe margem de tolerância para a profundidade, especificada na INI-C

⁴⁷ A INI-C considera também as orientações secundárias (NE, NO, SE, SO), porém o recorte do estudo considera orientações Norte, Sul, Leste e Oeste.

3.1.1 SISTEMATIZAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS

As entradas foram sistematizadas em ficha eletrônica, composta por:

- (a) ID análise e definição dos casos: Identificação e definição dos casos analisados, com as variáveis e seus valores. No exemplo da Figura 3.3 foi definida análise para três variações de PAF em quadro orientações de azimute;
- (b) Configuração da análise: Informações gerais do método, cidade, tipo de uso do edifício, variável dependente considerada, além de dados quantitativos do número de variáveis independentes, número de modelos por análise (calculado por $(k+2) \times N$ conforme item 3.1.2) e número total de amostras (a partir do número de casos totais da análise);
- (c) Variáveis independentes: Identificação das variáveis que terão seus índices de sensibilidade calculados, com definição do tipo de distribuição de probabilidade e amplitude de variação, conforme propósito do estudo.
- (d) Parâmetros fixos do metamodelo: definição do valor de todas as características fixas do metamodelo que compõe a caracterização o modelo a ser simulado.

Figura 3.3 – Exemplo de ficha de organização dos dados de entrada das análises de sensibilidade.

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: PAF x AZI (ZB8-Esc) (a)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s): ✘ **Descrição:** Três variações de PAF nas orientações N-S-L-O.

Casos Parametrizados: ✔

Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	PAF	10	40	80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180 270
Var. Param. 3	-				
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados: -	

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE (b)

Cidade:	Natal	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) (c)

Nº	Tipo Distrib.	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	α_{par}	0,2	0,8
2	Uniforme	U _{par}	0,5	4,4
3	Uniforme	CT _{par}	0,22	450
4	Uniforme	U _{vid}	1,9	5,7
5	Uniforme	FS	0,21	0,87
6	Uniforme	WWR		

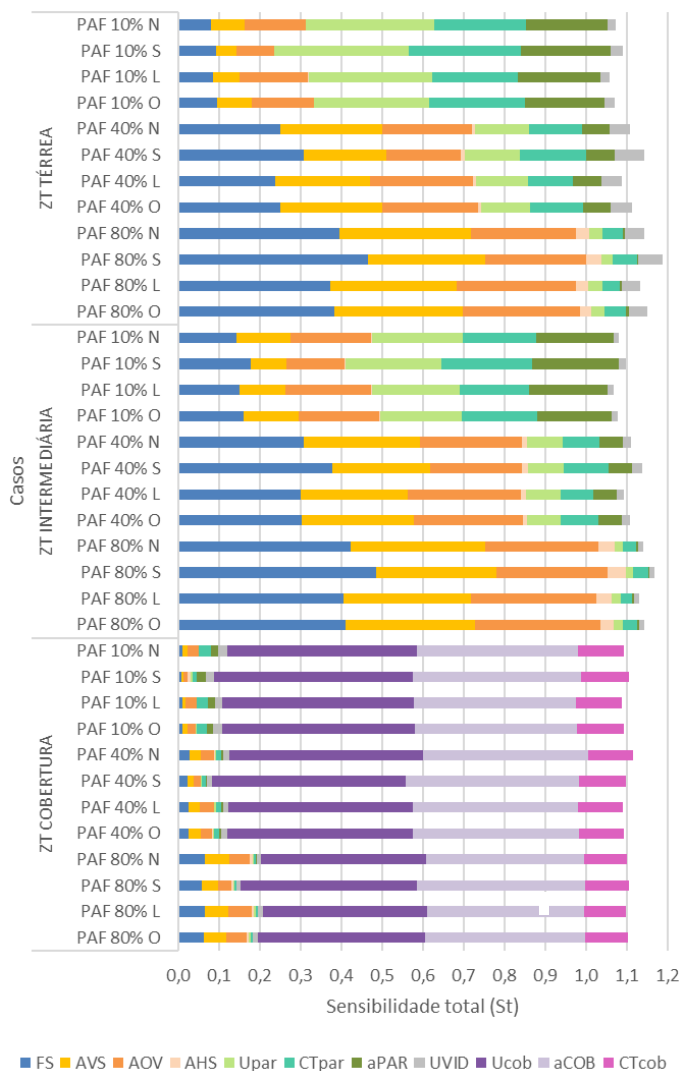
PARÂMETROS FIXOS RNA (d)

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1		α_{par}	
2		U _{par}	
3		CT _{par}	
4		U _{vid}	
5		FS	
6		WWR 10/40/80	

Fonte: elaborado pela autora (2023).

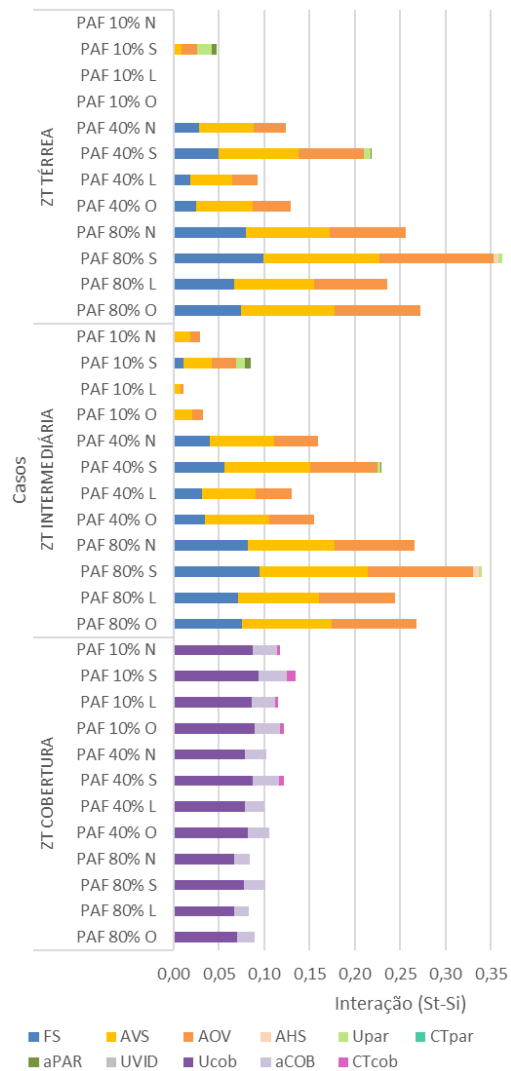
Os resultados foram organizados em três formas. A primeira corresponde aos gráficos de sensibilidade e interação (Figura 3.4 e Figura 3.5) para os índices de sensibilidade total (St) e interação (St-Si), para cada variável independente. A segunda é a tabela de classificação e agrupamentos de sensibilidade (Tabela 3.2) com: (a) classificação de sensibilidade em inerte, ativa e ressonante conforme legenda cromática; (b) classificação de interação baixa, média ou alta; (c) agrupamentos dos casos por sensibilidade e interação, a partir da média de sensibilidade e interação das variáveis de abertura, parede e cobertura.

Figura 3.4 – Exemplo de resultado de sensibilidade -Índice de sensibilidade total (St).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

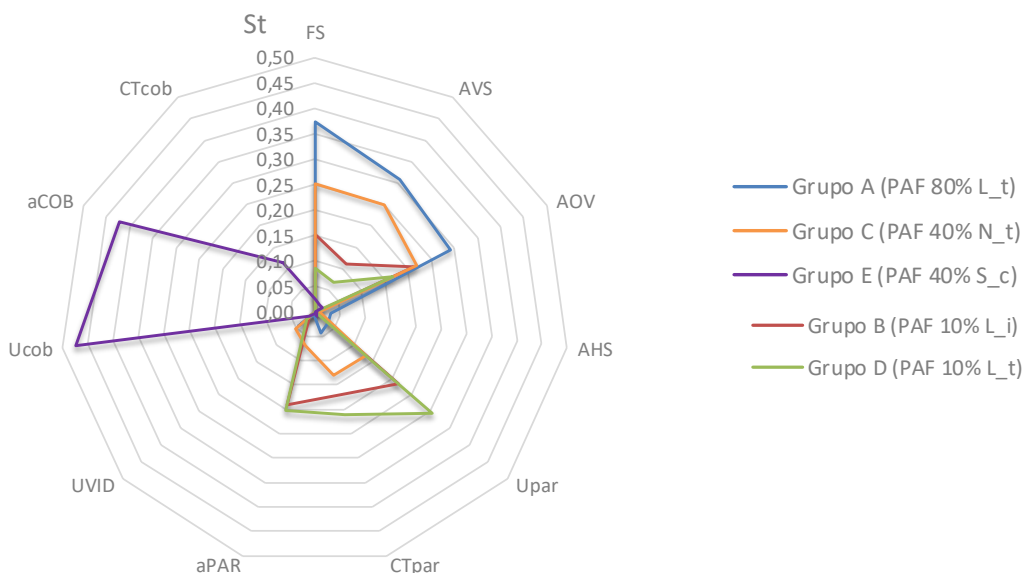
Figura 3.5 – Exemplo de resultado de interação (St-Si).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A terceira forma é a combinação de representação por gráfico radar dos comportamentos dos agrupamentos por sensibilidade (Figura 3.6), destaque dos casos representativos de cada comportamento (Tabela 3.3) e descrição diferenciada dos grupos (Tabela 3.4).

Figura 3.6 – Exemplo de resultado de agrupamento por sensibilidade - gráfico radar.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 3.3 – Exemplo de resultado dos grupos – Índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
(A) PAF 80% L_t	0,37	0,31	0,29	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04			
(B) PAF 10% L_i	0,15	0,11	0,21	0,00	0,22	0,17	0,19	0,01			
(C) PAF 40% N_t	0,25	0,25	0,22	0,01	0,13	0,13	0,07	0,05			
(D) PAF 10% L_t	0,09	0,07	0,17	0,00	0,30	0,21	0,20	0,02			
(E) PAF 40% S_c	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,48	0,42	0,11

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 3.4 – Exemplo de diferenciações de sensibilidade de grupos.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo
A	●	○	-	Aberturas (FS, AOV, AVS) como características prioritárias em detrimento as demais.
B	●	●	-	Relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) e paredes (Upar, Apar, Ctpar) de forma semelhante.
C	●	●	-	Predominância da relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) e paredes com menor influência (Upar, Apar, Ctpar).
D	○	●	-	Predominância da relevância das paredes (Upar, Apar, Ctpar) e AOV em detrimento as demais.
E	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, Ucob) em detrimento as demais características.

Legenda:

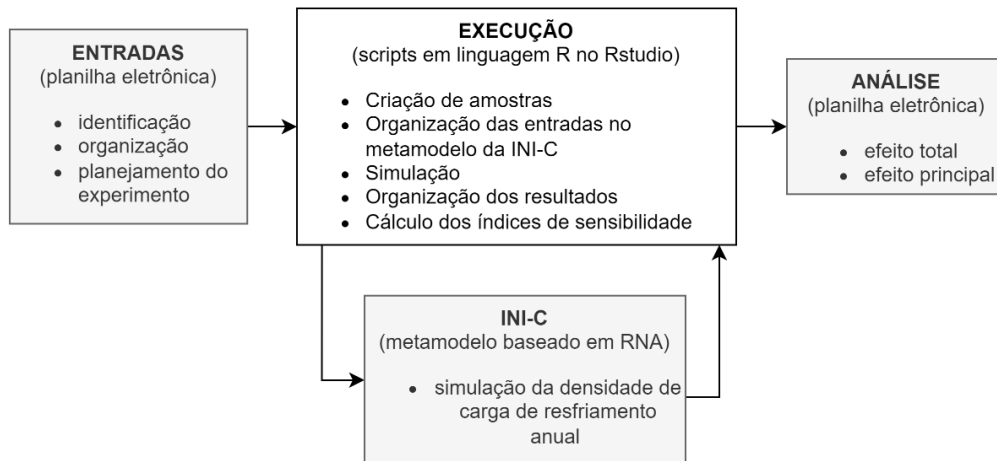
- Variável inerte ($St < 0,10$)
- Variável ativa ($0,10 < St < 0,25$)
- Variável ressonante ($St < 0,25$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.1.2 PROCEDIMENTOS E SIMULAÇÕES

O processo de simulação foi estruturado em organização das entradas, execução de scripts em linguagem R, para calcular a densidade de carga de resfriamento anual no metamodelo baseado em RNA da INI-C e cálculo dos índices de sensibilidade e análise de sensibilidade (Figura 3.7)

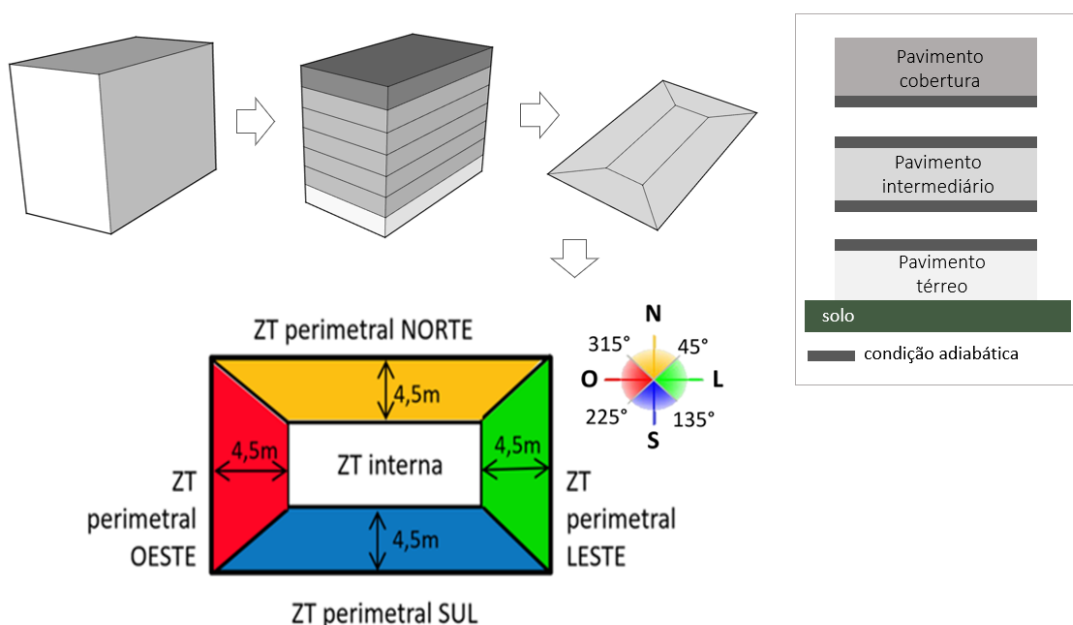
Figura 3.7 – Procedimentos para determinação da sensibilidade de casos.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

As entradas foram organizadas conforme item 3.1.1. As características correspondentes aos casos analisados se restringiram a cinco tipos de zonas térmicas, Norte, Sul, Leste, Oeste e interna (Figura 3.8), de acordo com a ASHRAE Standard 90.1 (ASHRAE., 2016). São 24 variáveis de entrada do tipo projetuais (Tabela 3.5) e 8 climáticas (Tabela 3.6), e as respectivas amplitudes de variação são limitadas pelo metamodelo da INI-C. Foi atribuído um valor fixo no modelo de referência quando uma entrada não é avaliada.

Figura 3.8 – Divisão das zonas térmicas (ZTs)



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 3.5 – Parâmetros projetuais de entrada do modelo RNA da INI-C.

Nº	Variáveis de Entrada	ID	Unidade	Valor mínimo	Valor máximo
1	Absortância solar da cobertura	α_{cob}	-	0,2	0,8
2	Absortância solar da parede	α_{par}	-	0,2	0,8
3	Capacidade Térmica da cobertura	CTcob	$\text{kJ/m}^2\text{K}$	0,22	450
4	Capacidade Térmica da parede	CTpar	$\text{kJ/m}^2\text{K}$	0,22	450
5	Transmitância térmica da cobertura	Ucob	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,51	5,07
6	Transmitância térmica da parede externa	Upar	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,50	4,40
7	Transmitância térmica do vidro	Uvid	W/m^2	1,9	5,7
8	Fator solar do vidro	FS	-	0,21	0,87
9	Ângulo de obstrução vizinha	AOV	°	0	80
10	Ângulo horizontal de sombreamento	AHS	°	0	80
11	Ângulo vertical de sombreamento	AVS	°	0	90
12	Percentual de abertura da fachada	PAF (WWR)	%	0,0	0,80
13	Pé-direito	PD	m	2,6	6,6
14	Contato com o solo (piso em contato com solo?)	Floor Ground	binário	0 (sem contato)	1 (com contato)
15	Piso com isolamento	PISOisol	binário	0 (isolam.< 5mm)	1 (isolam.> 5mm)
16	Cobertura exposta	Roof Outdoors	binário	0 (sem contato)	1 (com contato)
17	Zona sob pilotis ou balanço	Floor Outdoors	binário	0 (sem pilotis)	1 (com pilotis)
18	Densidade de Potência de equipamentos	DPE	W/m^2	4	40
19	Densidade de Potência de iluminação ⁴⁸	DPI	W/m^2	4	40

⁴⁸ Valor definido conforme tipologias por uso.

20	Densidade de ocupação (RNA) ⁴⁹	PESSOAS	peessoas/m ²	0,05 (20m ² / pessoa)	0,7 (1,43m ² / pessoa)
21	Zona térmica	Zint	Binário	1 ⁵⁰ (interna)	2 (perimetral)
22	Horas de ocupação ⁵¹	hOcc	h	8	24
23	Azimute	AZI	°	0	359
24	Infiltração	INF	adm	0,5	1,5

Fonte: Elaborada pela autora com base em BRASIL (2021).

Tabela 3.6 – Parâmetros de entrada climáticos das redes neurais INI-C.

Nº	Variáveis de Entrada	ID	Unidade	Valor mínimo	Valor máximo
25	Variável climática - Latitude	-	-	-	-
26	Variável climática - Altitude	-	-	-	-
27	Variável climática - Vento	-	-	-	-
28	Variável climática - Radiação	-	-	-	-
29	Variável climática - TMA	-	-	-	-
30	Variável climática - dpT	-	-	-	-
31	Variável climática - AMA	-	-	-	-
32	Variável climática - dpA	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pela autora com base em BRASIL (2021).

As variáveis independentes foram consideradas com distribuições de probabilidade do tipo uniforme e normal (item 2.3.2). Na distribuição uniforme os resultados devem ser tratados como o intervalo de saída e não interpretados como uma distribuição probabilística (TIAN *et al.*, 2018b).

São cinco *scripts* de processo: geração de amostras pelo método de Sobol', compatibilização das entradas com o metamodelo da INI-C, simulação pelo metamodelo do INI-C, organização dos resultados, e cálculo dos índices de sensibilidade pelo método de Sobol' (Quadro 3.2). Cada script é executado no programa Rstudio (etapas operacionais e códigos fonte estão apresentados no "Apêndice 1: Uso dos *scripts* em Linguagem R - Procedimento operacional").

Dos cinco *scripts* usados, dois foram desenvolvidos e compartilhados por Silva (2016) por meio de funções preexistentes no R, como o pacote *Sensitivity* (PUJOL, G.; IOOSS, B.; JANON, 2015), e o terceiro script, "prediction-rna", foi disponibilizado pelo Labeee (MAZZAFERRO, 2018) para acessar os resultados do metamodelo baseado em RNA do INI-C,

⁴⁹ Valores fixado no treinamento da RNA conforme tipologia de uso na interface (10m²/ pessoa = 0,1).

⁵⁰ Zonas internas não perimetrais correspondem a azimute zero (AZI=0).

⁵¹ A RNA considera horas de ocupação por dia e não número de dias de ocupação por ano.

diretamente pela linguagem R. Os demais *scripts*, de organização de dados, foram desenvolvidos nesta pesquisa.

Quadro 3.2 – *Scripts* utilizados na determinação de sensibilidade e incerteza

Script		Objetivo	Fonte	Autor do código em R	Referência
1	Sobol'create	Geração de amostras para método de Sobol'	Silva (2016)	Bertrand looss (pacote <i>sensitivity</i>), LHS (pacote <i>pse</i>) André Chalom	Jansen (1999); Saltelli et al. (2010)
2	organiza-dados-inputRNA	Compatibilização das entradas para metamodelo do INI-C	Elaborado na pesquisa		
3	prediction-rna	Simulação por metamodelo do INI-C	LabEEE/UFSC	Labee UFSC/ Leonardo Mazaferro	INI-C (BRASIL, 2022).
4	organiza-dados-outputRNA	Organização das saídas	Elaborado na pesquisa		
5	Sobol'analyse	Cálculo dos índices de sensibilidade pelo método de Sobol'	Silva (2016)	Bertrand looss (pacote <i>sensitivity</i>),	Jansen (1999); Saltelli et al. (2010)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As amostras foram geradas automaticamente a partir de duas matrizes definidas por Hipercubo Latino, por meio de script em linguagem R. Foi elaborada uma matriz inicial com o nome das variáveis independentes, suas variações mínimas e máximas (conforme tipo de distribuição), seguida pela execução do script “1-Sobol'create”, e gerado automaticamente um arquivo de planilha eletrônica com todas as combinações estatísticas. A geração das amostras combinou as variáveis independentes, por meio do método de amostragem estatístico “quase aleatório” de Sobol'. O tamanho total da amostra corresponde a $(k+2) \times N$ amostras, onde k é o número de variáveis independentes e N depende do custo operacional do modelo (PETERSEN; KRISTENSEN; KNUDSEN, 2019), e está relacionado ao tamanho da amostra inicial por hipercubo latino. O valor de N foi determinado no início das análises por meio de testes de convergência, do contrário, os resultados podem ser negativos ou incompatíveis. Devido à grande capacidade de simulações do metamodelo INI-C, o teste de convergência foi realizado iniciando caso base com $N=10.000$ e diminuindo gradativamente valor de N até o ponto que os resultados de sensibilidade continuassem estáveis, considerando valor de $N=1.000$ nas análises de sensibilidade.

As informações de entrada foram convertidas da planilha eletrônica para um arquivo do tipo csv, através do script “organiza-dados-inputRNA”, a partir do qual foi simulado o

desempenho por meio do metamodelo⁵² baseado em RNA da Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (BRASIL, 2022), desenvolvido no LabEEE. Os resultados com a densidade da carga de resfriamento anual (DCgTR em kWh/m², normalizado pela área da zona) foram convertidos em outro arquivo do tipo csv, pelo script “organiza-dados-outputRNA”.

Foram calculados os índices de sensibilidade de primeira ordem ou efeito principal (Si), e segunda ordem ou efeito total (St). O Si indica o efeito da perturbação de um único parâmetro sozinho (efeito principal), enquanto o St considera efeito principal e os efeitos das interações (segunda ordem ou outras ordens) com outras variáveis. Quanto maior o Si ou St, mais sensível é a variável independente. Os índices foram calculados para cada variável independente empregando o script “5-Sobol’analyse”, de Silva (2016), a partir dos resultados de DCgTR das amostras, usando método de Sobol com as extensões de (JANSEN, 1999; SALTELLI et al., 2010), e amostragem estatística quase aleatória por meio das sequências de Sobol’.

3.1.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA

As variáveis de entrada foram classificadas de acordo com a sensibilidade total e interação. A classificação quanto ao índice de sensibilidade total (St) pode ser inerte, ativa ou ressonante (FÜRBRINGER; ROULET, 1999), conforme Tabela 3.7. As variáveis inertes exercem pouca influência nas saídas, as ativas têm influência proporcional e as ressonantes grande influência. A escala foi definida por meio de diferenciação de grupos de casos analisados com comportamentos distintos, visto que não há consenso quanto as escalas e depende do contexto analisado (EGAN et al. 2018).

Tabela 3.7 – Escala de classificação de sensibilidade

Classificação	St
Variável inerte	$St < 0,10$
Variável ativa	$0,10 \leq St < 0,25$
Variável ressonante	$St \geq 0,25$

Fonte: elaborado pela autora (2023).

⁵² Trata-se de um arquivo do tipo '.rna', versão do arquivo “nmetFit_cooling_33clmas”, de 163,7Mb.

A classificação quanto à interação se baseia na diferença entre sensibilidade principal (Si) e total (St), podendo ser baixa, média ou alta (Tabela 3.8). Quanto mais próximos Si e St, menores são as interações com as demais variáveis (TIAN *et al.*, 2017a). A análise foi aplicada às variáveis ressonantes e ativas, uma vez que as variáveis inertes têm pouco ou nenhum rebatimento.

Tabela 3.8 – Escala de classificação de interação.

Classificação	St-Si
Interação baixa	$St-Si < 0,05$
Interação média	$0,05 \leq St-Si < 0,09$
Interação alta	$St-Si \geq 0,09$

Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2 ANÁLISES DE PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS

As análises de propagação de incertezas realizadas são de nível estatístico e de ignorância conhecida⁵³ e se restringem às fontes:

- Físicas, de imprecisão das propriedades térmicas e físicas dos materiais e componentes construtivos (Ex: variação da espessura na execução de parede, erro de medição de equipamento, desgaste de revestimentos);
- de modelagem ou levantamento, referente a forma como o usuário representa a edificação ou levanta o parâmetro (Ex: erro operacional de desenho no levantamento em Autocad, abstração de modelagem, variação no cálculo de propriedade térmica);
- de especificação, relacionada a falta de informações das incertezas das propriedades dos elementos da edificação (Ex: erro nos dados informados nas declarações de projeto).

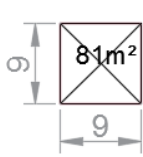
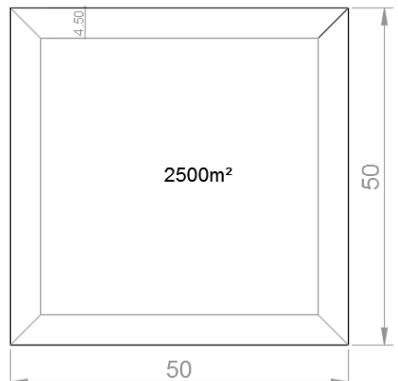
A natureza das incertezas analisadas é do tipo epistêmica (tipo B redutível, conforme item 2.3.3). Foi aplicada a análise de incertezas do tipo direta, por abordagem probabilística, focada na quantificação da incerteza, em que as variáveis de entrada ocasionam nos dados de saída. Foi usado o método baseado em amostragem de Sobol', considerando distribuição de probabilidade normal, adequada para incertezas inerente aos parâmetros (TIAN *et al.*, 2018a).

⁵³ Não são abordadas no recorte da pesquisa as incertezas operacionais, do metamodelo, climáticas, dentre outras, em virtude da complexidade das análises e do propósito da pesquisa.

A análise de variação dos parâmetros considerou os percentuais de tolerância do RAC (vide item 2.2.3) e outros que variam conforme objetivo de cada análise.

As análises abordaram duas geometrias de edifícios, no contexto climático de Natal/RN (Tabela 3.9), para evidenciar as diferenças do impacto das incertezas em função da forma do edifício. O primeiro tem planta de pequeno porte e é vertical com 10 pavimentos (tipo T1) e o segundo tem planta de grande porte com dois pavimentos (tipo T2), configurando edifício horizontal robusto. A definição das geometrias foi baseada em edificações comerciais, de serviços e públicas do contexto brasileiro, apresentadas no Quadro 2.1 (BAVARESCO et al., 2017; CARLO, 2008; CBCS, 2016; FONSECA et al., 2016; LAMBERTS et al., 2015; MELO, 2012). A divisão em zonas térmicas não é vinculada diretamente as partições internas do edifício, mas relacionadas ao zoneamento térmico (ASHRAE., 2016).

Tabela 3.9 – Configurações de plantas-baixa e geometria.

CARACTERÍSTICAS	Tipo 01	Tipo 02
FF	0,48	0,08
FA	0,10	0,50
Porte da planta	pequena	grande
Formato	Compacto (exposta)	Compacto (robusta)
Menor dimensão: maior dimensão	1:1	1:1
Dimensões (m)	9 x 9	50 x 50
Área Planta (m ²)	81	2500
Fração de área de perímetro (%)	100	33
Fração de área interna (%)	-	67
Quantidade de pav. analisados	10	2
Planta baixa ⁵⁴ e zonas térmicas		

Fonte: elaborado pela autora (2023).

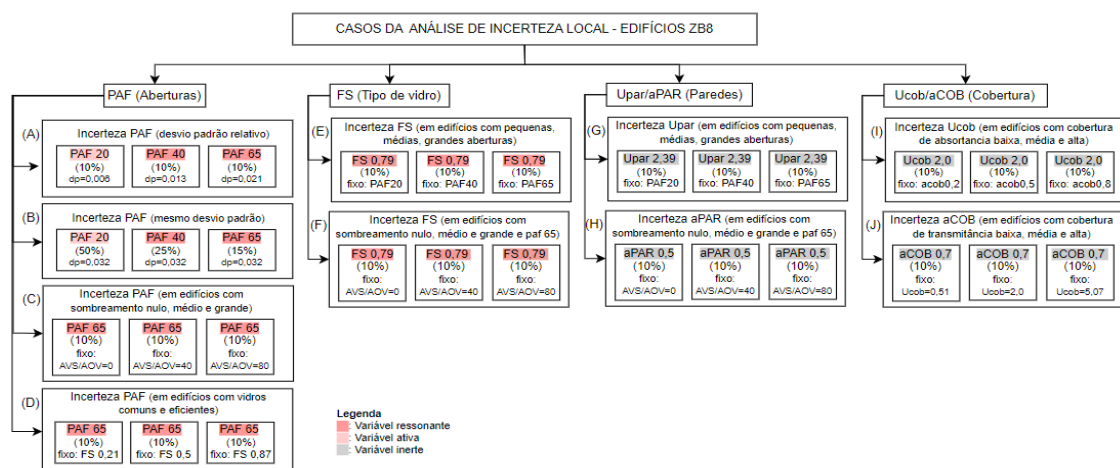
⁵⁴ Foi considerado PAFT igual para todas as orientações.

Todas as análises de incertezas foram integradas com as análises de sensibilidade do item 3.1, considerando baixas variações de sensibilidade (10%⁵⁵ do valor da característica) para relacionar o comportamento de importância relativa (obtida pela sensibilidade) com o caso da análise de incerteza.

3.2.1 INCERTEZA LOCAL

A propagação de incerteza local foi realizada para as variáveis de envoltória mais sensíveis, como PAF, FS, AVS, AOV, Ucob, e aCOB, para identificar como uma característica com mesmo valor e mesmo percentual de variação pode ter diferentes impactos nos resultados a depender da combinação com as demais, relacionando a sensibilidade destas com o impacto no resultado, de forma isolada. Foram 30 casos, de acordo com a Figura 3.9 e Tabela 3.10, para avaliar: a) a variação de PAF⁵⁶ com mesmo % de variação relativa⁵⁷; b) variação de PAF com mesmo desvio padrão⁵⁸; c) PAF grande para diferentes sombreamentos; d) PAF grande para diferentes FS; e) alto FS para diferentes PAFs; f) alto FS para diferentes sombreamentos; g) alta Upar para diferentes PAFs; h) baixa aPAR para diferentes PAFs; i) média Ucob para diferentes absorvâncias de coberta; j) baixa aCOB para diferentes transmitâncias térmicas de coberta.

Figura 3.9 – Exemplo de diagrama com casos da análise de incerteza.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

⁵⁵ O valor de 10% de amplitude de variação das características foi padronizado para equiparar todas as variáveis, uma vez que utilizar percentuais maiores e menores afetam a relativização de importância entre as variáveis.

⁵⁶ Foi selecionado o PAF devido a sua relevância, identificada na análise do item 4.1.1.

⁵⁷ A variação relativa considera o percentual em relação ao valor da característica (assim como o RAC), por exemplo 10% de variação do PAF 20% (desvio padrão de 0,006) é inferior de 10% do PAF 65% (desvio padrão de 0,021).

⁵⁸ A variação com mesmo desvio padrão independe do valor da característica (igual para PAF 20% ou 65%).

Tabela 3.10 – Descrição dos casos da análise de incerteza local.

ID	Variável	IC (caso)	Variável	Variação	Observações	Desvio padrão	
A	Variação de PAF com mesmo desvio padrão relativo	1	PAF 20%	10%	FS 0,87 e sombreamento nulo	0,00647	
		2	PAF 40%			0,01294	
		3	PAF 65%			0,02104	
B	Variação de PAF com mesmo desvio padrão absoluto x relativo	4	PAF 20%	50%	FS 0,87 e sombreamento nulo	0,03155	
		5	PAF 40%	25%	FS 0,87 e sombreamento nulo		
		22	PAF 65%	15%	FS 0,87 e sombreamento nulo		
		23	PAF 20%		FS 0,87 e sombreamento nulo	0,00971	
		24	PAF 40%		FS 0,87 e sombreamento nulo	0,01942	
C	PAF grande para diferentes sombreamentos	6	PAF65%	10%	AVS e AOV 5°	FS 0,87	0,02104
		7			AVS e AOV 40°		
		8			AVS e AOV 80°		
D	PAF grande para diferentes FS	9	PAF65%	10%	FS 0,21	0,02104	
		10			FS 0,50		
E	Fator solar para diferentes PAFs	11	FS0,79	10%	PAF 20%	sem sombra	0,02557
		12			PAF 40%		
		13			PAF 65%		
F	Alto FS para diferentes sombreamentos	14	FS0,79	10%	PAF 65% e AVS e AOV 40°	0,02557	
		15		10%	PAF 65% e AVS e AOV 80°		
G	Alto Upar para diferentes PAFs	16	Upar2,39	10%	PAF 20%	FS 0,87 e sem sombra	0,07735
		17		10%	PAF 40%		
		18		10%	PAF 65%		
H	Baixo aPAR para diferentes PAFs	19	aPAR0,50	10%	PAF 20%	FS 0,87 e sem sombra	0,01618
		20			PAF 40%		
		21			PAF 65%		
I	Médio Ucob para diferentes absorptâncias de cobertura	25	Ucob 2,0	10%	aCOB 0,20	0,06667	
		26			aCOB 0,50		
		27			aCOB 0,80		
J	Alto aCOB para diferentes transmitâncias de cobertura	28	aCOB 0,70	10%	Ucob 0,51	0,02265	
		29			Ucob 2,0		
		30			Ucob 5,07		

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As características foram limitadas às faixas do metamodelo baseado na RNA do INI-C. Por exemplo, o limite superior de FS foi 0,79 para que a variação máxima não ultrapasse 0,87. Foi considerado edifício com geometria exposta (Tipo 1) com 10 pavimentos, sendo que na análise de incerteza de Ucob e aCOB foram duas variações do número de pavimentos (1pav. e 10pav.) para relacionar a influência da cobertura na incerteza dos resultados.

Ao final, as análises de incerteza local foram comparadas quanto ao Índice de sensibilidade total ponderado (*St pond*) e a amplitude de incerteza para identificar a existência de proporcionalidade entre sensibilidade e incerteza.

3.2.2 INCERTEZA GLOBAL ACUMULADA

A propagação de incerteza global acumulada quantificou o impacto de diferentes combinações de incertezas de entradas na carga térmica de resfriamento (CR), para diferenciar as contribuições das variáveis com maior sensibilidade total (item 3.1) e identificar a estabilização dos resultados. Foram comparadas as incertezas dos resultados causadas por:

- Incerteza da variável de entrada mais sensível (caso 1 ou IC1);
- Incerteza da variável de entrada mais sensível combinada com a da segunda variável mais sensível (IC2);
- Incerteza da variável de entrada mais sensível combinada com a da segunda e terceira variáveis mais sensíveis (IC3), e assim por diante;

Foram abordados:

- dois tipos de geometria: de pequeno porte com planta 9m x 9m e FF=0,48 (T1); e grande porte, com planta de 50m x 50m e FF=0,08 (T2);
- três incertezas das variáveis de entrada, de 10, 20 e 30%, para PAF, FS, AVS, AOV, UVID, Upar, aPAR, CTpar.

Os limites das variáveis independentes foram condicionados ao metamodelo. Por exemplo, foram escolhidos FS 0,66 e PAF 0,60 para a incerteza de 30%, para não ultrapassar o limite de FS 0,87 e PAF 0,80.

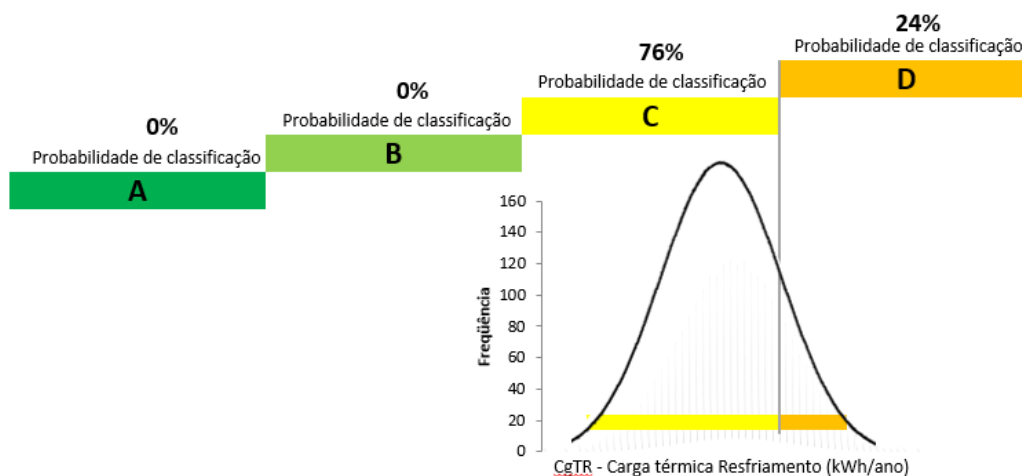
Além do foco nas características da envoltória, as incertezas das horas de ocupação (hOcc) foi propagada para 10, 20 e 30% porque se trata de uma variável ressonante. Foi considerado valor de 10h, conforme referência de hOcc para escritórios da INI-C.

A incerteza do nível de eficiência energética da envoltória foi obtida conforme procedimento da INI-C, por meio do percentual de redução da carga térmica total anual (RedCgTT) da edificação real em comparação com a sua condição de referência (item 2.2.1, descrita no anexo B.I.1 INI-C). A escala de classificação baseia-se no coeficiente de redução de carga térmica total anual CRCgTTD-A⁵⁹, conforme fator de forma da edificação (FF) e grupo climático (GC). O nível de eficiência foi obtido para a carga térmica real do edifício, carga

⁵⁹ Tabelas 8.11 a 8.18 INI-C.

térmica do limite inferior (LI) e superior (LS), identificando a probabilidade de classificação energética na faixa de variação de incerteza dos resultados (Figura 3.10).

Figura 3.10 – Exemplo de resultado de incerteza da classificação de eficiência energética.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2.3 LIMITES DE INCERTEZAS DE ENTRADA

A incerteza baseada na tolerância do RAC INI-C foi comparada com a incerteza obtida da sensibilidade, seguida pela análise do comportamento das incertezas de classificação energética.

Diferentes incertezas das variáveis de entrada foram testadas e comparadas com os níveis de tolerância definidos no RAC INI-C (BRASIL, 2022) da Tabela 3.11. A análise abordou as variáveis e incertezas de 5%, 10%, 15%, 20% e 30% para edifícios com formato exposto (T1) e robusto (T2). A definição de limites aceitáveis de incerteza foi obtida por meio de testes em aplicação prática, como realizado por Egan et al. (2018) e Neale et al. (2022), a partir da hierarquização da relevância das características. Foram analisados os valores de incertezas conforme sensibilidade até a identificação do limite adequado para não comprometer os resultados, segundo o contexto do edifício.

Tabela 3.11 – Níveis de tolerância analisados com base no RAC INI-C (Portaria ° 309/2022).

Entradas	Incertezas de entradas
Ângulo de sombreamento (AOV, AVS)	5%
Propriedades térmicas de componentes transparentes ou translúcidos (FS, UVID)	10%
Transmitância e capacidade térmica (Upar, CTpar)	5%

Área das aberturas ⁶⁰ e área de fachada (PAF)	10% / 5% (15%)
Absortância solar ⁶¹ (aPAR)	10%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A incerteza de níveis de eficiência foi abordada a partir de duas situações para demonstrar o comportamento e tratamento da incerteza das entradas no controle do resultado e diminuição do risco de classificação energética. Na primeira, a incerteza é central entre dois níveis (com probabilidade de ocorrência do nível de eficiência semelhante nos dois níveis), enquanto na segunda a incerteza está na extremidade de um nível (com probabilidade maior em um determinado nível).

Foi definido um caso base e analisado o comportamento da probabilidade de classificação a partir da (a) restrição das incertezas das entradas e (b) deslocamento da curva de probabilidade (Figura 3.11). A restrição das incertezas das entradas consiste em considerar a menor variação das características⁶², principalmente das mais relevantes (maior St) quanto à análise de sensibilidade⁶³. O deslocamento da curva redefine o(s) parâmetro(s) mais relevantes a fim de reposicionar a curva de probabilidade de carga térmica do edifício num determinado nível de eficiência.

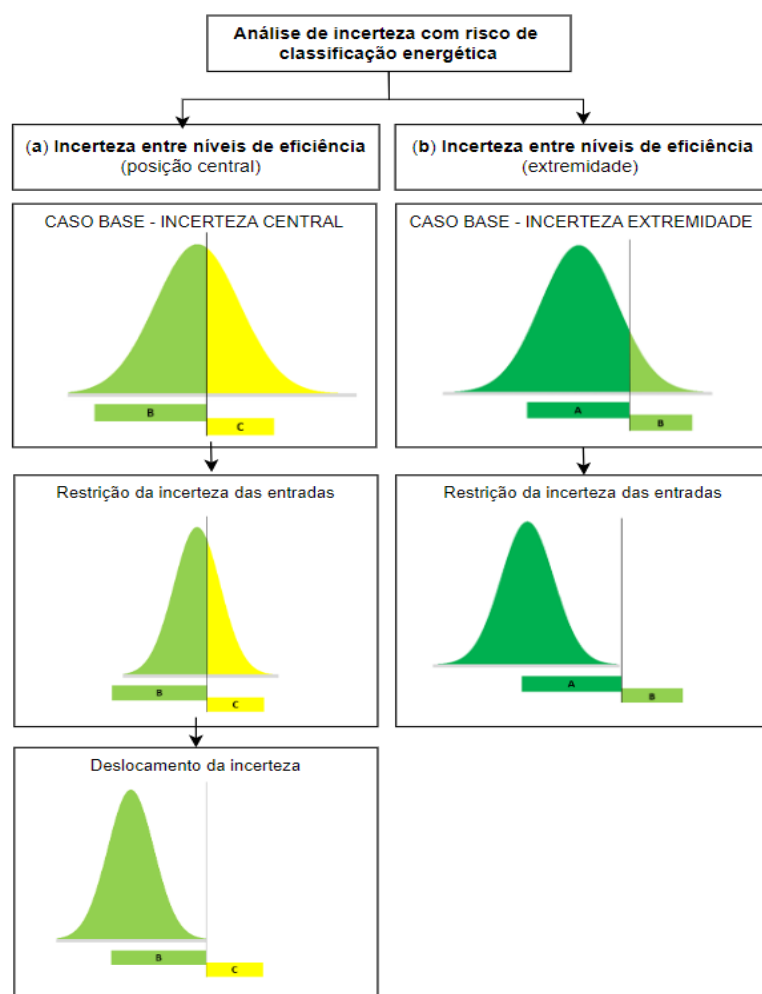
⁶⁰ Para o percentual de variação do PAF foi considerada tolerância definida no RAC de 10% para área de fachada e 5% da área de abertura, que combinadas demonstraram variação de até 16,6%, sendo considerado 15% nas análises. O valor foi obtido através de aplicação em exemplo prático de variações da área de fachada e área de abertura.

⁶¹ Foi considerada variação de 10% de absortância, visto diferença no RAC da etapa de projeto (5%) e edifício construído (15%) conforme Tabela 2.1.

⁶² O caso base considera percentuais de variação do RAC enquanto na restrição das incertezas considera-se o percentual de variação das entradas conforme sensibilidade. Foram considerados percentuais do RAC menos restritivos para quantificar a incerteza de resultado permitida pelo regulamento.

⁶³ As análises de sensibilidade consideram 10% de variação em todas as características, assim como em 3.2.1 e 3.2.2.

Figura 3.11 – Casos analisados na incerteza entre níveis de eficiência.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2.4 FICHAS DE AVALIAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE RESULTADOS

Foram elaboradas fichas para controle e análise de entradas e de resultados de análise de incertezas local, global e limites de incertezas.

3.2.4.1 Entradas

A ficha de entradas auxilia na configuração da avaliação de incerteza (exemplo da Figura 3.12) e foi dividida em três partes:

- **(a) Configuração da análise de Incerteza:** Definição dos locais, nível, natureza e variação das incertezas, além de método empregado, cidade analisada, tipo de uso do edifício, variável dependente considerada, e dados quantitativos do número de variáveis independentes e número de modelos por análise (calculado por $(k+2) \times N$ conforme item 3.1.2);

- **(b) Variação de Incerteza e variáveis independentes:** Identifica as variáveis perturbadas para o cálculo do seu impacto nos resultados de carga térmica de resfriamento. A variação da incerteza da entrada pode ser definida por um percentual do valor da característica ou por limites inferior e superior, sendo definida distribuição de probabilidade normal (típica para variações inerentes). A planilha auxilia no cálculo do desvio padrão e limite inferior e superior normalizado.
- **(c) Parâmetros fixos do metamodelo:** define o valor de todas as características fixas do metamodelo que compõe a caracterização o modelo a ser simulado. Todas as variáveis não perturbadas na análise devem ter seus valores fixados nesta parte.

Figura 3.12 – Exemplo de ficha de entrada para análise de incerteza.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA											
Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação										
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros										
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)										
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida										
Abrangência:	Edifício completo										
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem										
Nº variáveis independ.:	9										
Valor N (hipercubolatório):	1000										
Nº amostras por análise (k+2) x N:	11000										

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA											
Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desvio Padrão	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,69	0,5885	0,7935	0,104	qnorm	PAF	1	0,85	1,15	0,150
2	10%	0,79	0,711	0,869	0,079	qnorm	FS	1	0,9	1,1	0,100
3	5%	10	9,5	10,5	0,500	qnorm	AVS	1	0,95	1,05	0,050
4	5%	10	9,5	10,5	0,500	qnorm	AOV	1	0,95	1,05	0,050
5	5%	10	9,5	10,5	0,500	qnorm	AHS	1	0,95	1,05	0,050
6	5%	2,39	2,2705	2,5095	0,120	qnorm	Upar	1	0,95	1,05	0,050
7	5%	150	142,5	157,5	7,500	qnorm	CTpar	1	0,95	1,05	0,050
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,050	qnorm	aPAR	1	0,9	1,1	0,100
9	10%	5	4,5	5,5	0,500	qnorm	UVID	1	0,9	1,1	0,100
10						qnorm	Ucob				
11						qnorm	aCOB				
12						qnorm	CTcob				

3- PARÂMETROS FIXOS RNA			
Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	wvR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório

Fonte: elaborado pela autora (2023).

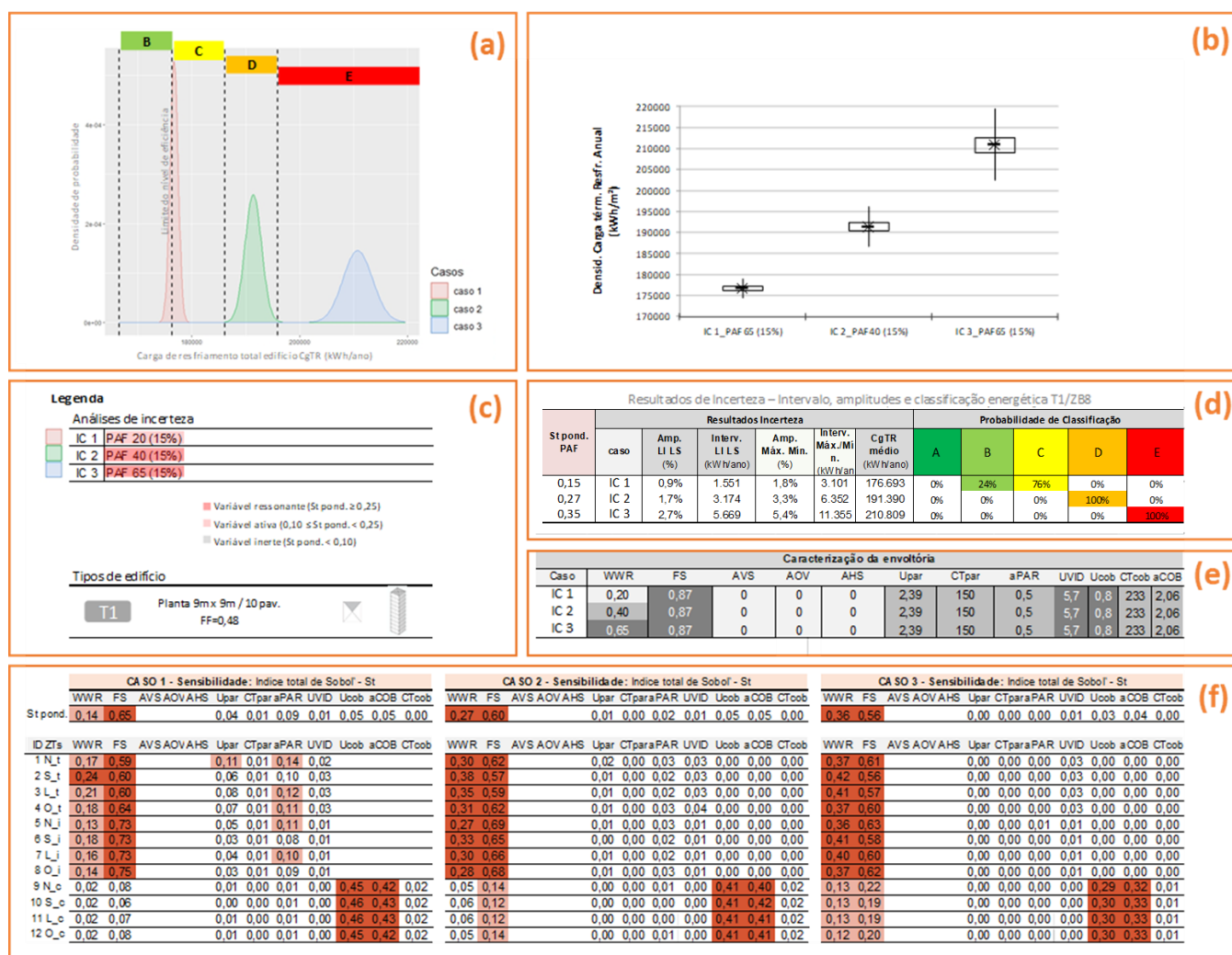
3.2.4.2 Incerteza local

Os resultados de propagação da incerteza local foram representados conforme exemplo da Figura 3.13, dividido em seis partes:

- (a) Gráfico de densidade de probabilidade: uma curva com a probabilidade do resultado é gerada para cada caso, com indicação dos limites dos níveis de eficiência energética conforme INI-C, identificando o comportamento da distribuição das incertezas;
- b) Gráfico de caixa: indica a média, mediana, quartis e limites extremos para comparação dos casos;
- (c) Legenda da análise: Indica as variáveis independentes analisadas, classificadas em ressonantes, ativas ou inertes (através da escala cromática). Por exemplo, na análise IC1 a variável PAF 20% é ativa, enquanto nos casos IC2 e IC3 ela é ressonante, sendo que em todos os casos a característica tem variação de 15% para identificar o impacto nos resultados. A legenda indica também a geometria do edifício analisado (no exemplo planta tipo 01 com planta 9m x 9m);
- (d) Tabela de resultados: indica a amplitude de variação dos resultados (em percentual), para o limite inferior e superior (LI LS) e para máximo e mínimo (Máx Mín), intervalo de variação também para limite inferior e superior (LI LS) e para máximo e mínimo (Máx Mín), média da carga térmica de resfriamento (CgTR médio) e probabilidade de classificação do nível de eficiência energética;
- (e) Descrição da envoltória dos casos: valor de cada variável de caracterização da envoltória dos casos;
- (f) Índices de sensibilidade: Apresenta o índice de sensibilidade total (St) de cada zona térmica que compõe o edifício para cada caso analisado, e o St ponderado pela carga térmica de cada zona térmica, utilizado para ordenar as variáveis e identificar a magnitude de sensibilidade da característica do edifício como um todo.

A relação entre a sensibilidade e incerteza foi identificada visualmente e quantitativamente cruzando os índices de sensibilidade total das características (zona “f” da Figura 3.13), com os resultados de propagação de incerteza (zona “d”, “a”, “b” da Figura 3.13), onde a sensibilidade é um indicativo de contribuição relativa da variável com relação as demais variáveis, e a incerteza o impacto absoluto da característica nos resultados de carga térmica de resfriamento, sendo recursos que se complementam na análise.

Figura 3.13 – Exemplo de resultado de propagação de incerteza local.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

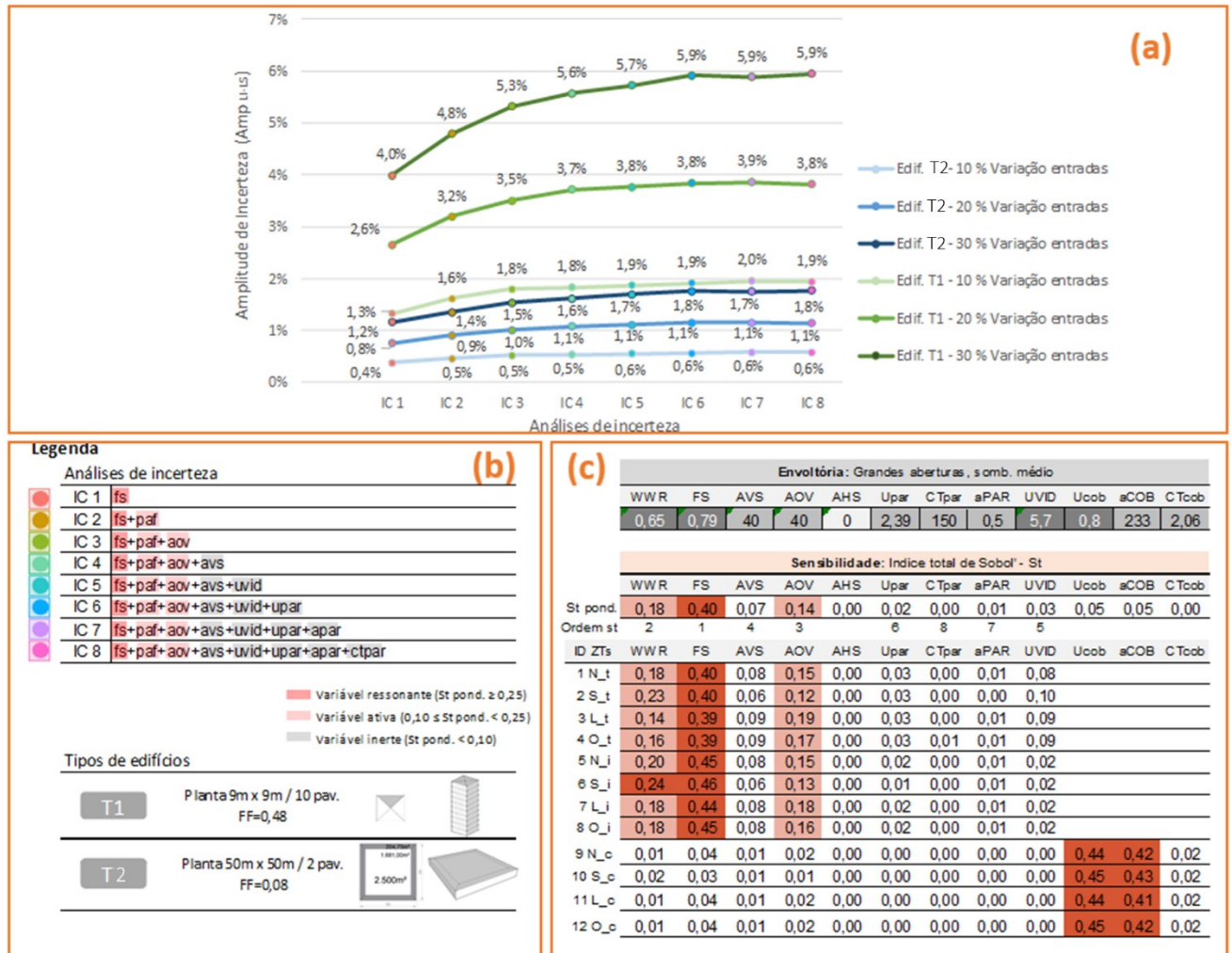
3.2.4.3 Incerteza global

O resultado de propagação da incerteza global acumulada foi expresso conforme ficha do exemplo da Figura 3.14, composto por:

- **(a) Gráfico de linha:** expressa a variação de incerteza dos resultados a partir da amplitude de incerteza (Amp_{LI-LS}) para cada edifício em cada caso. Cada ponto no gráfico representa uma análise de incerteza (que pode variar 10%, 20% ou 30% das entradas) em duas geometrias de edifícios;
- **(b) Legenda da análise:** indica as variáveis independentes analisadas, classificadas em ressonantes, ativas ou inertes (através da escala cromática), além da geometria dos edifícios analisados;

- (c) Descrição da envoltória dos casos e Sensibilidade: valor de cada variável de caracterização da envoltória dos casos e índices de sensibilidade total (St) de cada zona térmica do edifício do estudo de caso e seu St ponderado.

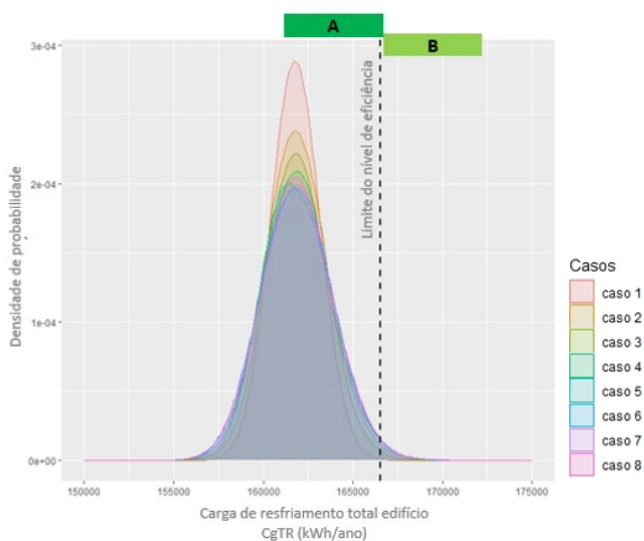
Figura 3.14 – Exemplo de resultado de propagação de incerteza global.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os resultados também foram avaliados quanto às curvas de densidade de probabilidade de cada caso, com indicação do limite do nível de eficiência energética conforme INI-C (Figura 3.15), e probabilidade de classificação do nível de eficiência energética, amplitudes, intervalo e CgTR médio (Tabela 3.12). As fichas individuais de cada caso estão apresentadas no “Apêndice 5: Resultado das análises de incerteza global”.

Figura 3.15 – Exemplo de resultado de incerteza com curva de densidade.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 3.12 – Exemplo de tabela com probabilidade de classificação do nível de eficiência energética, amplitudes, intervalo e CgTR médio.

Análises de Incertezas	Resultados Incerteza					Probabilidade de Classificação				
	Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Min. (%)	Interv. Máx. Min. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano)	A	B	C	D	E
IC 1	1,9%	6.645	3,9%	13.321	342.975	37%	63%	0%	0%	0%
IC 2	3,2%	5.171	6,8%	10.962	161.876	100%	0%	0%	0%	0%
IC 3	3,5%	5.673	7,0%	11.360	161.881	100%	0%	0%	0%	0%
IC 4	3,7%	6.015	7,7%	12.471	161.905	99%	1%	0%	0%	0%
IC 5	3,8%	6.093	7,7%	12.472	161.920	99%	1%	0%	0%	0%
IC 6	3,8%	6.221	8,3%	13.504	161.913	99%	1%	0%	0%	0%
IC 7	3,9%	6.251	8,9%	14.432	161.915	99%	1%	0%	0%	0%
IC 8	3,8%	6.186	8,1%	13.147	161.907	99%	1%	0%	0%	0%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2.4.4 Limites de incerteza

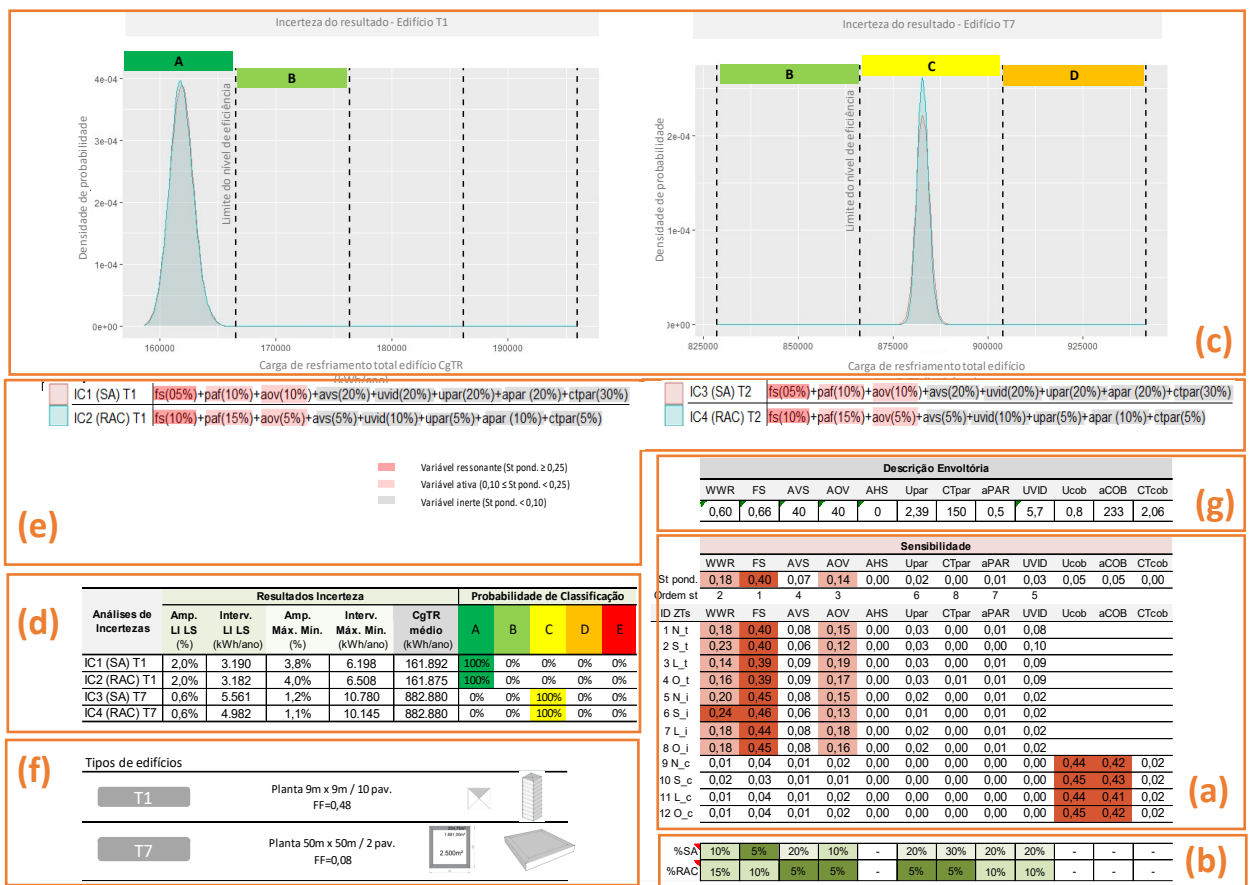
Os limites de incerteza são caracterizados quantos aos seguintes itens, conforme exemplos da Figura 3.16 e Figura 3.17:

- **(a) Índices de sensibilidade:** índices de sensibilidade total (St) de cada zona térmica do edifício do estudo de caso e seu St ponderado;
- **(b) Incertezas das entradas:** percentual de variação das características de entrada, em função da sensibilidade para abordagem com prioridades (%SA) e fixa para o RAC;
- **(c) Gráficos de densidade de probabilidade:** é gerada uma curva com a probabilidade do resultado para cada caso, com indicação dos limites dos níveis de eficiência energética conforme INI-C, identificando o comportamento da distribuição das incertezas;
- **(d) Tabela de resultados:** indica a amplitude de variação dos resultados (em percentual), para o limite inferior e superior (LI e LS) e para máximo e mínimo (Máx e Mín), intervalo

de variação também para limite inferior e superior (LI LS) e para máximo e mínimo (Máx Mín), média da carga térmica de resfriamento (CgTR médio) e probabilidade de classificação do nível de eficiência energética;

- **(e) Legenda da análise:** indica as variáveis independentes analisadas e seus percentuais de variação, classificadas em ressonantes, ativas ou inertes (através da escala cromática);
- **(f) Legenda geometria:** apresenta os tipos de geometria utilizados na análise;
- **(g) Descrição da envoltória dos casos:** valor de cada variável de caracterização da envoltória dos casos;

Figura 3.16 – Exemplo de limites de incerteza conforme sensibilidade em comparação ao % do RAC



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 3.17 – Exemplo de Incerteza entre níveis de eficiência – Curva posição extremidade.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2.5 PROCEDIMENTOS E SIMULAÇÕES

As análises de propagação de incerteza iniciaram com a definição dos locais, nível, natureza e variação das incertezas, organizada em fichas de entrada (item 3.2.4.1).

As zonas térmicas do edifício foram caracterizadas quanto à exposição da coberta e solo (pavimento térreo, intermediário, cobertura), zona interna e perimetral (com 4,5m de profundidade) (Figura 3.8), área das zonas e repetições do pavimento.

Para lidar com diferentes parâmetros das zonas térmicas (por exemplo diferente PAF, AVS, etc) foi definido um procedimento de normalização da amostra, definindo a média do valor das características igual a 1 com seu respectivo desvio padrão também normalizado. Assim é gerada uma amostra única do Sobol', que pode ser multiplicada pela média de cada variável de cada zona térmica, para posteriormente inserir os dados no metamodelo RNA. Com essa abordagem, são somados os dados de carga térmica de cada zona em cada simulação (amostra), para depois calcular o histograma e os limites, da forma coerente

estatisticamente. Nesta abordagem é necessário que ao menos o coeficiente de variação seja o mesmo para as variáveis de cada zona térmica. Por exemplo, o coeficiente de variação de Upar estabelecido, como 10%, deve ser o mesmo para todas as zonas térmicas. O procedimento de normalização das entradas é realizado por meio do desvio padrão com base no percentual de variação⁶⁴ definido para cada uma. A exemplo da zona térmica da Tabela 3.13, uma variação de 10% do FS foi considerado como desvio padrão de 0,10 (com base no valor 1), ao invés de desvio padrão 0,079 (com base no valor de 0,79); os valores em amarelo representam as características de uma zona térmica; os em azul são quatro exemplos de amostras normalizadas obtidos pelo script “1-sobol create”, empregando o método de amostragem de baixa discrepância de Sobol’. As amostras de cada zona térmica são obtidas pela multiplicação das características da zona térmica pela amostra normalizada, a exemplo das células cinzas da amostra da Tabela 3.13⁶⁵.

Tabela 3.13 – Exemplo de obtenção de amostras normalizadas de uma zona térmica.

	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID
Características da zona térmica	0,69	0,79	10	10	10	2,39	150	0,5	5
Amostra normalizada (script)	0,83	0,86	0,98	0,94	0,99	0,04	0,99	1,13	1,02
	1,21	0,87	0,93	1,09	1,07	0,09	0,98	0,9	1,11
	0,86	1,06	1,07	1,01	1	1,04	0,97	1,03	0,76
	1,03	1,04	1,05	0,97	0,69	0,99	0,97	1	1,04
Amostra da zona térmica	0,57	0,68	9,80	9,40	9,90	0,10	148,50	0,57	5,10
	0,83	0,69	9,30	10,90	10,70	0,22	147,00	0,45	5,55
	0,59	0,84	10,70	10,10	10,00	2,49	145,50	0,52	3,80
	0,71	0,82	10,50	9,70	6,90	2,37	145,50	0,50	5,20

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As cargas de resfriamento (DCgTR) foram obtidas por meio do script “3-prediction-rna” e multiplicadas pela área das zonas térmicas para obter a carga térmica de resfriamento anual (CgTR) por zona. A CgTR total do edifício corresponde à soma das CgTR das zonas térmicas. A análise de convergência para definição do tamanho da amostra foi com N=3000.

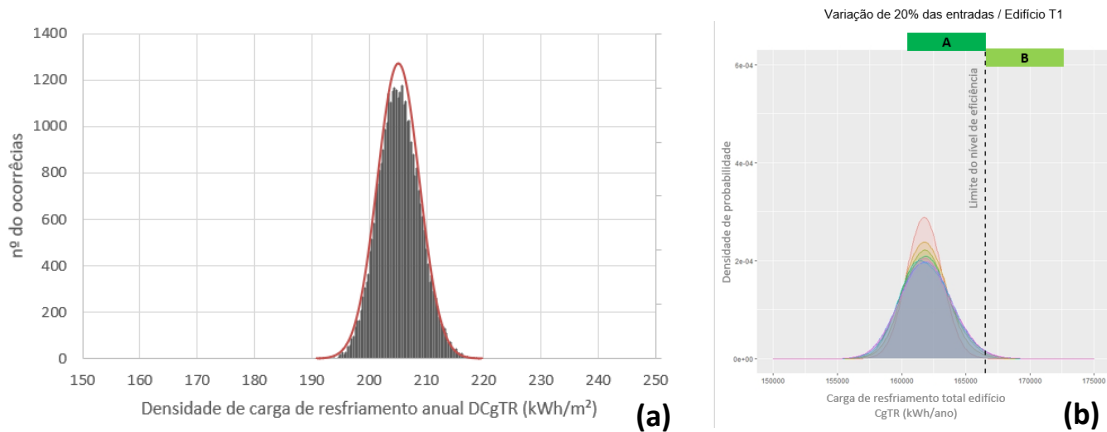
Os resultados foram organizados em tabelas, gráficos de curva de distribuição (Figura 3.18) e/ou diagrama de caixa com os quartis e amplitude de variação dos casos (Figura 3.19).

⁶⁴ Para as análises de incertezas considerando as tolerâncias do RAC foi necessário fazer uma consideração específica quanto as incertezas (já que o RAC não aborda incertezas, somente um percentual de tolerância). Para isso foram comparados diferentes níveis de confiabilidade e distribuição das entradas (apresentados no apêndice) e seu impacto nos resultados de incertezas (ver item 2.2.3). A partir destes testes foi definida distribuição normal com confiabilidade de 99,9%.

⁶⁵ Exemplo na primeira linha em cinza da amostra normalizada, onde o valor de PAF=0,57 é obtido pela multiplicação da característica da zona (0,69 em amarelo) pela amostra obtida pelo script (0,83 em azul). As quatro linhas em cinza representam quatro exemplos de obtenção da amostra normalizada.

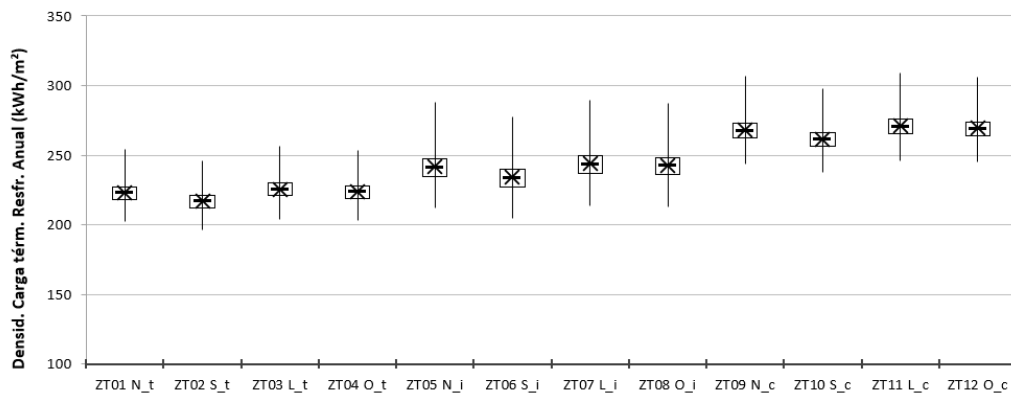
A incerteza da variável dependente de DCgTR no edifício foi expressa por desvio padrão, amplitude, intervalo, média, limite inferior, superior, dentre outros, conforme fichas do item 3.2.4.

Figura 3.18 – Exemplo de resultado de Incerteza do edifício – Histograma de frequência acumulada (a esquerda) e Curvas de densidade de probabilidade (a direita).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 3.19 – Exemplo de resultado de Incerteza – Diagrama de caixa das zonas térmicas do edifício.



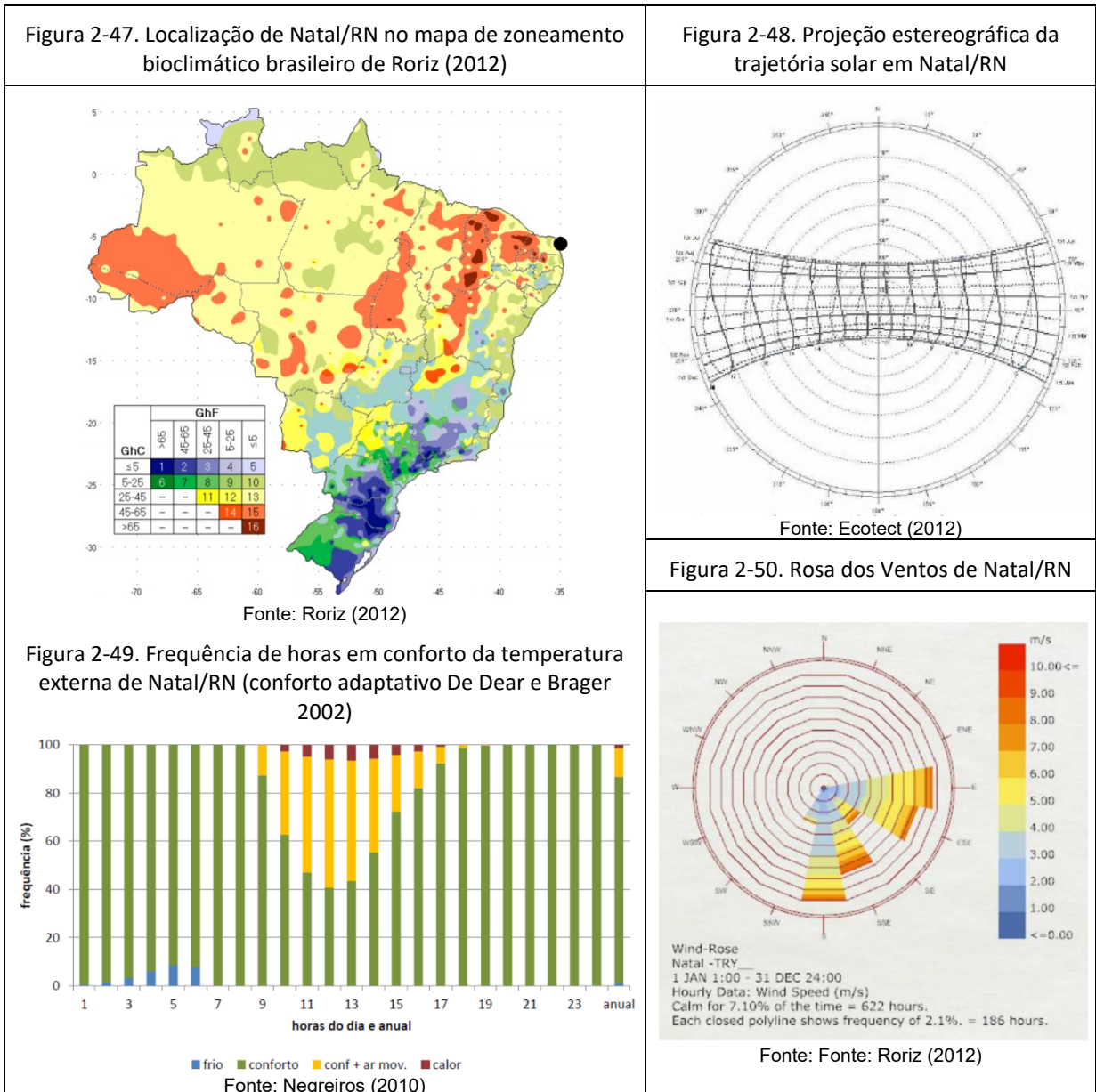
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foi definido o tipo de distribuição normal com alta confiabilidade (99,9%) para configuração das variáveis de entrada das análises de incertezas, com base na análise apresentada no Apêndice 2: Comparação de tipos de distribuição das entradas para análise de incerteza baseada nas tolerâncias do RAC.

3.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA (NATAL/RN)

A cidade de Natal/RN está localizada no estado do Rio Grande do Norte, no litoral do nordeste brasileiro (Figura 2-47). Seu clima quente-úmido é caracterizado por baixa amplitude térmica (diária e sazonal) e altos índices de umidade relativa do ar e radiação solar. Possui

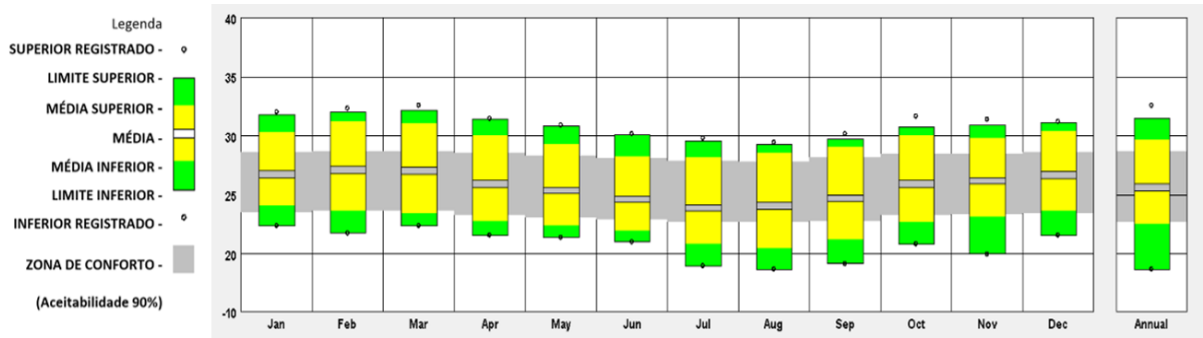
temperaturas variando em torno de 27°C e umidade relativa do ar alta, por volta de 70%. A amplitude térmica diária chega a 6°C e uma amplitude térmica sazonal de cerca de 2°C (Figura 2-51).



A trajetória do sol em Natal (com latitude -5°45', longitude de -35°12' e fuso horário -3:00) é caracterizada por simetria (um pouco mais extensa para a orientação Norte em comparação à Sul) e por grandes alturas solares ao longo de todo ano (Figura 2-48). A orientação sul recebe radiação solar mais intensa no solstício de verão. Há ocorrência de conforto em 86% das horas do ano, 12% de conforto com movimento de ar principalmente ao meio-dia e 1% de desconforto ao frio durante a madrugada (Figura 2-49).

A ventilação predominante é sudeste com incidências principalmente entre os ângulos de 115° a 155°, correspondendo a 46,3% das horas analisadas (PACHECO, 2016). Para esta faixa de incidência da ventilação, são frequentes as velocidades entre 5 e 8m/s, relativa a 23,6% das horas de ocorrência. Os ventos têm direção predominante leste e sudeste no verão e sudeste e sul no inverno (período chuvoso) (Figura 2-50).

Figura 2-51. Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais em Natal/RN



Fonte: Climate Consultant (2010)

4 RESULTADOS

Os resultados abrangem a determinação de sensibilidade e interação, propagação de incerteza local, global, e análise de limites de incertezas para Natal/RN (ZB08).

4.1 SENSIBILIDADE

Os resultados foram organizados conforme o comportamento de sensibilidade do contexto climático, identificando as características mais relevantes e análise de variações de sensibilidade para características de aberturas (PAF e FS), sombreamento (AVS e AOV) e cobertura (Ucob e aCOB).

4.1.1 COMPORTAMENTO DE SENSIBILIDADE NO CONTEXTO CLIMÁTICO

No nível de detalhamento geral⁶⁶, as variáveis densidade de ocupação (PESSOAS) e horas de ocupação (hOcc) são ressonantes em todos os tipos de zonas e orientações visto que uma pequena variação gera grande influência em todas os casos (Figura 4.1 e Tabela 4.1). No nível de detalhamento intermediário (INTERM), o pé direito (PD) tem alta relevância, seguido pela densidade de cargas internas (DPI e DPE) e infiltração. Em ambos os níveis de detalhamento, a sensibilidade das características das envoltórias é mascarada.

No nível de detalhamento da envoltória (ENV), o PAF é a variável ressonante e o sombreamento (AOV e AVS) e FS são variáveis ativas para zonas térreas e intermediárias (Figura 4.1 e Tabela 4.1). As características das paredes externas (Upar, CTpar) são ativas em zonas térreas. Para as zonas com exposição à cobertura, a transmitância e absortância da coberta (Ucob e aCOB) são ressonantes e a capacidade térmica da coberta (CTcob) é uma variável ativa.

⁶⁶ Com percentual de abertura da fachada, fator solar do vidro, ângulo vertical de sombreamento, ângulo de obstrução vizinha, ângulo horizontal de sombreamento, transmitância térmica da parede externa, capacidade térmica da parede, absortância solar da parede, transmitância térmica do vidro, transmitância térmica da cobertura, capacidade térmica da cobertura, absortância solar da cobertura, infiltração, pé-direito, densidade de potência de equipamentos, densidade de potência de iluminação, densidade de ocupação e horas de ocupação.

Figura 4.1 – Sensibilidade total (St).

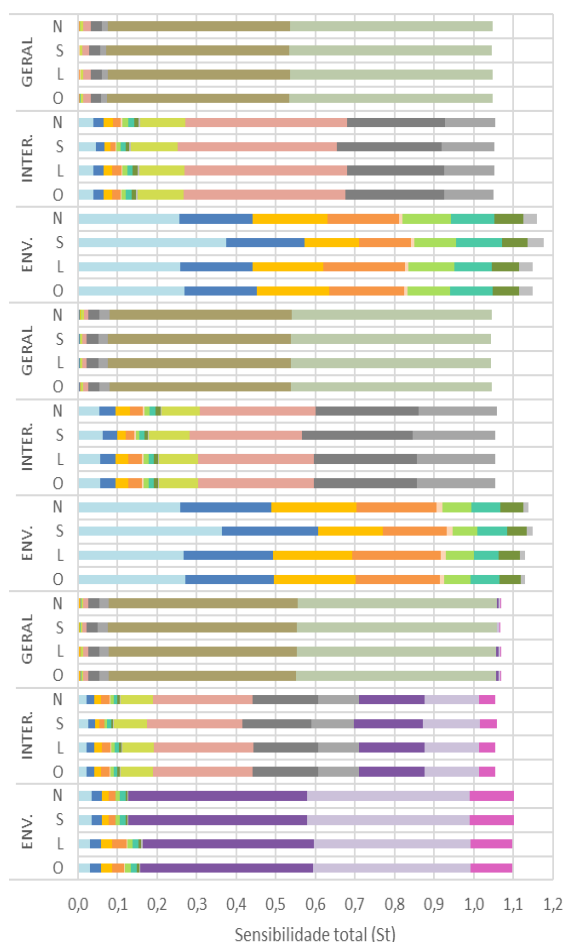


Tabela 4.1 – Sensibilidade total (St) e classificação das variáveis.

		PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	INF	PD	DPE	DPI	PESS	hOcc	Ucob	aCOB	CTco		
TÉRREA	GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,46	0,51					
		S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,46	0,51				
		O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,46	0,51				
	INTER.	N	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,11	0,41	0,25	0,13						
		S	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,12	0,40	0,26	0,13						
		O	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,41	0,25	0,13						
	ENV.	N	0,26	0,19	0,19	0,18	0,01	0,12	0,11	0,07	0,03										
		S	0,38	0,20	0,14	0,13	0,01	0,11	0,12	0,06	0,04										
		O	0,26	0,18	0,18	0,21	0,01	0,12	0,09	0,07	0,04										
	INTERMEDIÁRIA	GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,46	0,51				
			S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,46	0,51				
			O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,46	0,51				
INTER.		N	0,05	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,29	0,26	0,20						
		S	0,06	0,04	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,28	0,28	0,21						
		O	0,06	0,04	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,29	0,26	0,20						
ENV.		N	0,26	0,23	0,22	0,20	0,01	0,07	0,07	0,06	0,01										
		S	0,36	0,24	0,16	0,16	0,01	0,06	0,08	0,05	0,01										
		O	0,27	0,22	0,20	0,22	0,01	0,07	0,06	0,05	0,01										
COBERTURA		GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,48	0,50	0,01	0,00	0,00
			S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,48	0,51	0,00	0,01	0,00
			O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,48	0,50	0,01	0,00	0,00
	INTER.	N	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08	0,25	0,16	0,10			0,17	0,14	0,04	
		S	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08	0,24	0,17	0,11			0,17	0,14	0,04	
		O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08	0,25	0,16	0,10			0,17	0,14	0,04	
	ENV.	N	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00										
		S	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00										
		O	0,03	0,03	0,03	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00										

Legenda:
 Variável inerte (St < 0,10)
 Variável ativa (0,10 < St < 0,25)
 Variável ressonante (St < 0,25)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram identificados interação e efeitos não lineares de grau médio para densidade e horas de ocupação no nível de detalhamento geral (Figura 4.2 e Tabela 4.2), e percentual de abertura, ângulo vertical de sombreamento, transmitância da parede, transmitância e absortância na coberta nos demais níveis de detalhamento.

Figura 4.2 – Interação (St-Si).

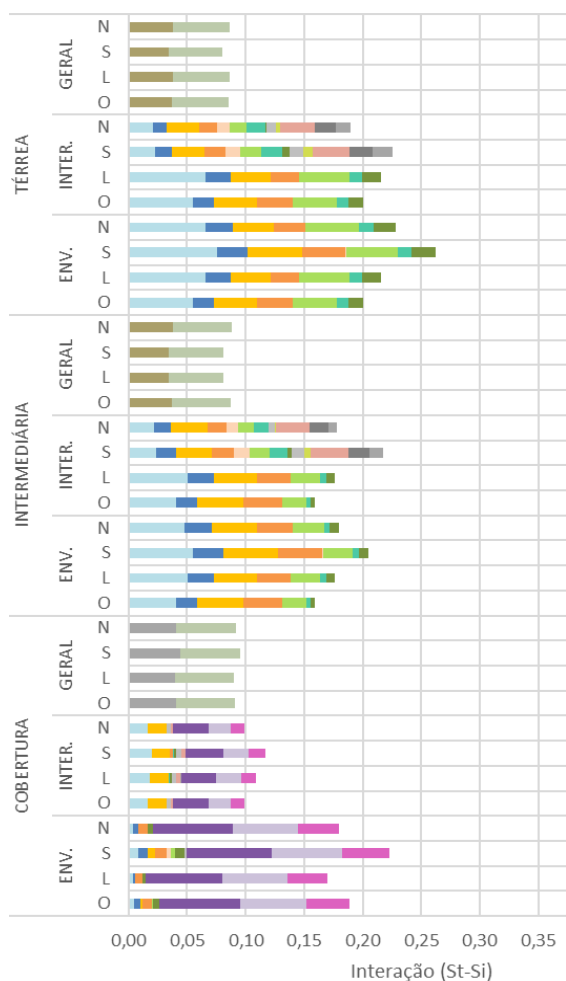


Tabela 4.2 – Classificação de interação (St-Si).

		PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	INF	PD	DPE	DPI	PESS	hOcc	Ucob	aCO	CTcob			
TÉRREA	GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	INTER.	N	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01							
		S	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02							
		L	0,07	0,02	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		O	0,05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
	ENV.	N	0,07	0,02	0,03	0,03	0,00	0,05	0,01	0,02	0,00											
		S	0,08	0,03	0,05	0,04	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00											
		L	0,07	0,02	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00											
		O	0,05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00											
INTERMEDIÁRIA	GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	INTER.	N	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01							
		S	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01							
		L	0,05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
		O	0,04	0,02	0,04	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
	ENV.	N	0,05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00											
		S	0,06	0,03	0,05	0,04	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00											
		L	0,05	0,02	0,04	0,03	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00											
		O	0,04	0,02	0,04	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00											
COBERTURA	GERAL	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	INTER.	N	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,03	0,02	0,01		
		S	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,03	0,02	0,01		
		L	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,03	0,02	0,01		
		O	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,03	0,02	0,01		
	ENV.	N	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,07	0,06	0,03		
		S	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00							0,07	0,06	0,04		
		L	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,07	0,06	0,03		
		O	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00							0,07	0,06	0,04		

Legenda:

- Interação baixa (St-Si < 0,05)
- Interação média (0,05 < St-Si < 0,09)
- Interação alta (St-Si > 0,09)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2 VARIAÇÕES DE SENSIBILIDADE

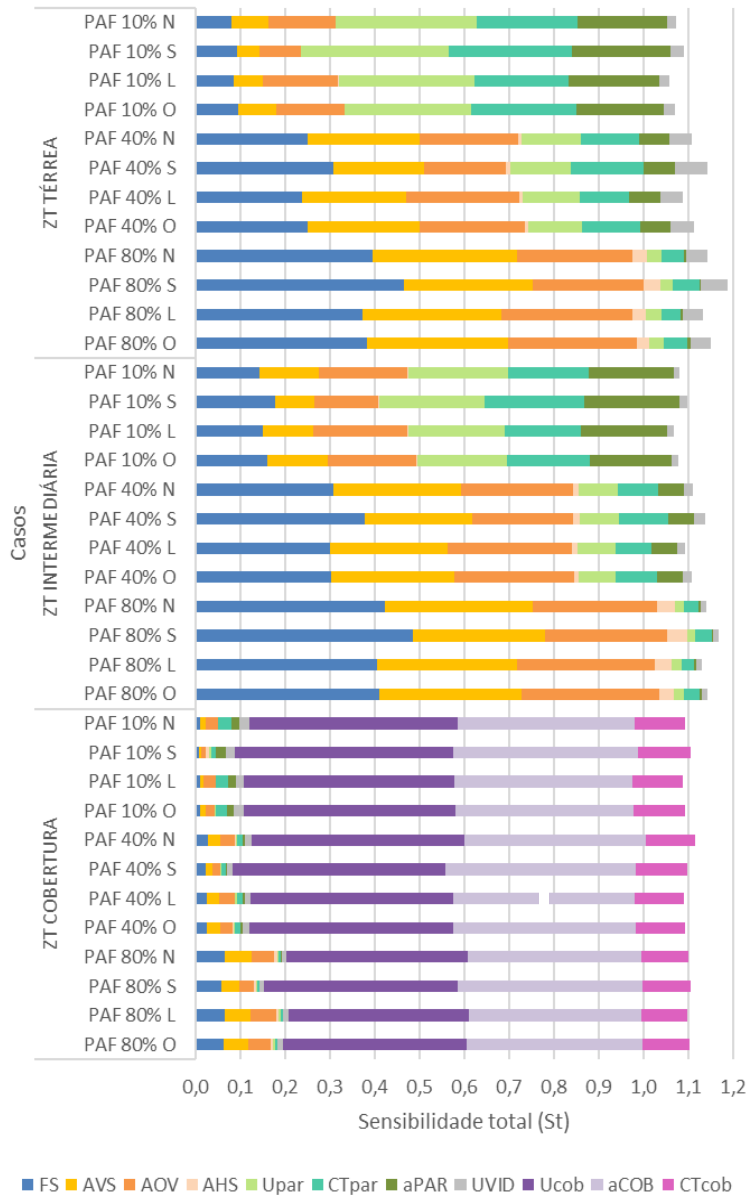
Foram realizadas 6 análises paramétricas, sendo 168 casos e 5.688.000 amostras. O detalhamento de cada caso, número de amostras por caso e variáveis independentes são apresentadas no “Apêndice 3: Configuração das análises de sensibilidade”.

4.1.2.1 Percentual da Abertura

O aumento do PAF torna o FS, AVS e AOV variáveis ressonantes com alta interação, enquanto as demais variáveis são inertes, em todas as orientações (Figura 4.3, Figura 4.4 e Tabela 4.3). Para situações de PAF pequeno, as variáveis de paredes (Upar, aPar, CTpar), AVS, AOV e FS passam a ter relevância semelhante, sendo variáveis ativas e com baixa interação. A

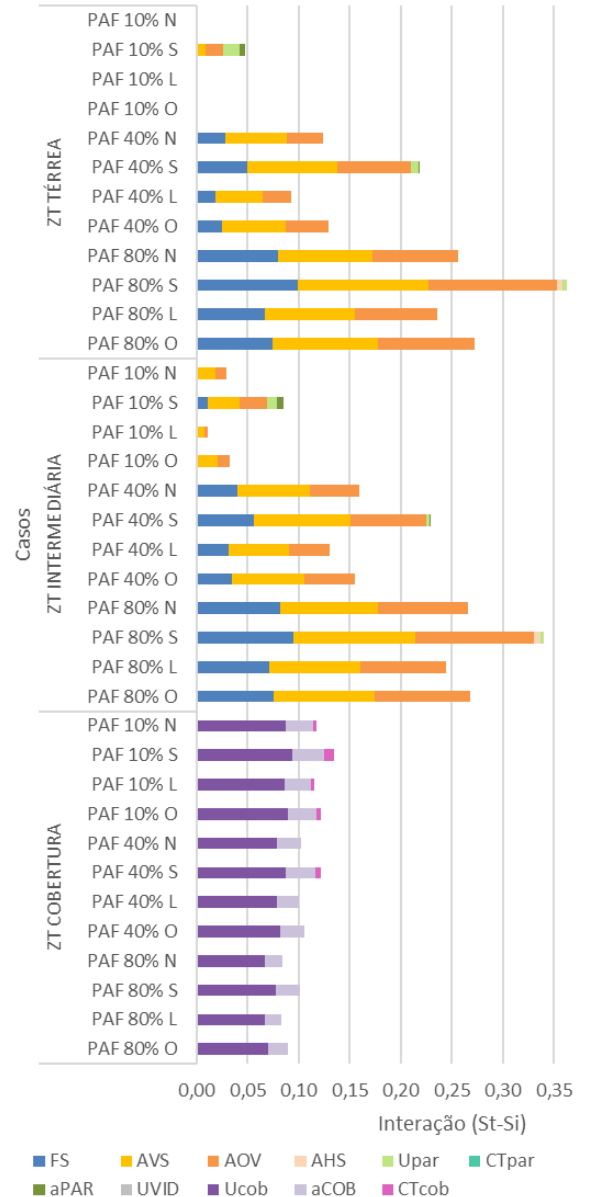
orientação Sul apresentou maior relevância do FS em relação as demais orientações (visto que é a orientação com maior incidência solar no verão).

Figura 4.3 – Variações de sensibilidade total (St) do PAF.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4.4 – Variações de interação (St-Si) do PAF.









Fonte: elaborado pela autora (2023).

O aumento do PAF aumenta as interações entre AVS, AOV e FS em todas as orientações (Figura 4.4 e Tabela 4.3). A interação é maior na orientação Sul. As demais variáveis apresentam interação ínfima.

Tabela 4.3 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de PAF.

		Sensibilidade total (St)								Agrup. Sensib.				Agrup. Interação				Casos	Interação (St-Si)																				
		FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	ID	ABE	PAR	COB	ABE		PAR	COB	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob								
ZT TERREIA	PAF 10% N	0,08	0,08	0,15	0,00	0,31	0,23	0,20	0,02											PAF 10% N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 10% S	0,09	0,05	0,09	0,00	0,33	0,28	0,22	0,03											PAF 10% S	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00											
	PAF 10% L	0,09	0,07	0,17	0,00	0,30	0,21	0,20	0,02											PAF 10% L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 10% O	0,10	0,09	0,15	0,00	0,28	0,23	0,20	0,03											PAF 10% O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 40% N	0,25	0,25	0,22	0,01	0,13	0,13	0,07	0,05											PAF 40% N	0,03	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 40% S	0,31	0,20	0,18	0,01	0,14	0,16	0,07	0,07											PAF 40% S	0,05	0,09	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00											
	PAF 40% L	0,24	0,23	0,25	0,01	0,13	0,11	0,07	0,05											PAF 40% L	0,02	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 40% O	0,25	0,25	0,24	0,01	0,12	0,13	0,07	0,05											PAF 40% O	0,03	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 80% N	0,40	0,32	0,26	0,03	0,03	0,05	0,00	0,05											PAF 80% N	0,08	0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 80% S	0,47	0,29	0,25	0,04	0,03	0,06	0,00	0,06											PAF 80% S	0,10	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 80% L	0,37	0,31	0,29	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04											PAF 80% L	0,07	0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
	PAF 80% O	0,38	0,31	0,29	0,03	0,03	0,05	0,01	0,05											PAF 80% O	0,07	0,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
ZT INTERMEDIÁRIA	PAF 10% N	0,14	0,13	0,20	0,00	0,22	0,18	0,19	0,01										PAF 10% N	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 10% S	0,18	0,09	0,14	0,00	0,23	0,22	0,21	0,02										PAF 10% S	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00												
	PAF 10% L	0,15	0,11	0,21	0,00	0,22	0,17	0,19	0,01										PAF 10% L	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 10% O	0,16	0,14	0,20	0,00	0,20	0,18	0,18	0,02										PAF 10% O	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 40% N	0,31	0,28	0,25	0,01	0,09	0,09	0,06	0,02										PAF 40% N	0,04	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 40% S	0,38	0,24	0,22	0,01	0,09	0,11	0,06	0,03										PAF 40% S	0,06	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 40% L	0,30	0,26	0,28	0,01	0,08	0,08	0,06	0,02										PAF 40% L	0,03	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 40% O	0,30	0,27	0,27	0,01	0,08	0,09	0,06	0,02										PAF 40% O	0,03	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 80% N	0,42	0,33	0,28	0,04	0,02	0,03	0,00	0,01										PAF 80% N	0,08	0,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 80% S	0,49	0,30	0,27	0,04	0,02	0,04	0,00	0,01										PAF 80% S	0,09	0,12	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 80% L	0,41	0,31	0,31	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01										PAF 80% L	0,07	0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	PAF 80% O	0,41	0,32	0,31	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01										PAF 80% O	0,08	0,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
ZT COBERTURA	PAF 10% N	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,47	0,39	0,11							PAF 10% N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,00									
	PAF 10% S	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,49	0,41	0,12							PAF 10% S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,01									
	PAF 10% L	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,47	0,40	0,11							PAF 10% L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,00									
	PAF 10% O	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,47	0,40	0,11							PAF 10% O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,00									
	PAF 40% N	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,48	0,41	0,11							PAF 40% N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00									
	PAF 40% S	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,48	0,42	0,11							PAF 40% S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,01									
	PAF 40% L	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,45	0,40	0,11							PAF 40% L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00									
	PAF 40% O	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,46	0,41	0,11							PAF 40% O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00									
	PAF 80% N	0,07	0,06	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,40	0,39	0,10							PAF 80% N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00									
	PAF 80% S	0,06	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,43	0,41	0,11							PAF 80% S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00									
	PAF 80% L	0,07	0,06	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,40	0,39	0,10							PAF 80% L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00									
	PAF 80% O	0,06	0,06	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,41	0,39	0,10							PAF 80% O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00									

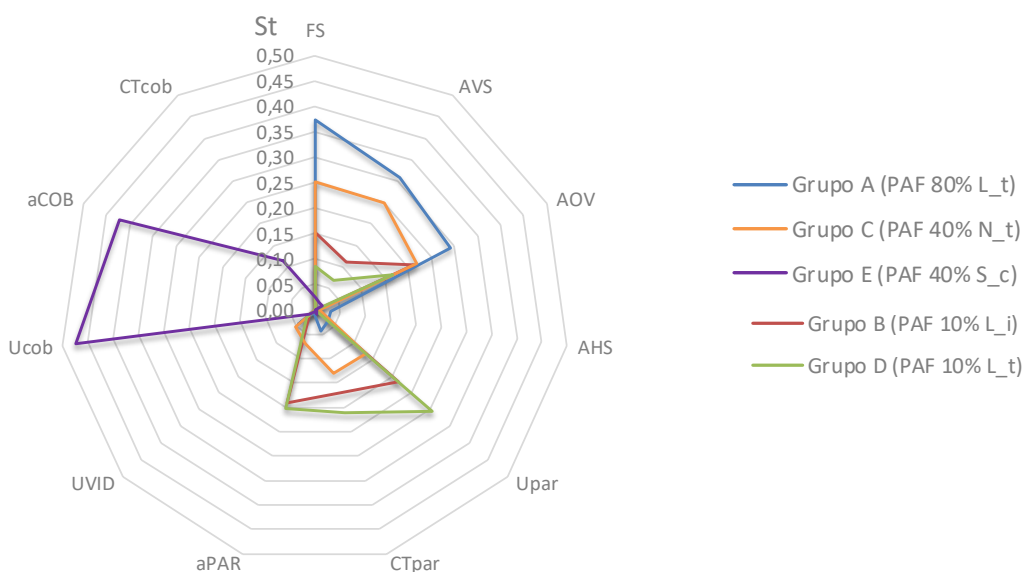
Legenda:
 Variável inerte (St < 0,10)
 Variável ativa (0,10 < St < 0,25)
 Variável ressonante (St < 0,25)

Legenda:
 Interação baixa (St-Si < 0,05)
 Interação média (0,05 < St < 0,09)
 Interação alta (St-Si > 0,09)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram identificados cinco grupos com diferentes sensibilidades (Figura 4.5, Tabela 4.4 e Tabela 4.5): A) importância das características de aberturas superior aos demais; B) importância similar entre características de paredes e aberturas; C) importância das características das aberturas, seguida das da parede; D) transmitância térmica da parede é ressonante; E) todas as zonas térmicas da cobertura tem maior relevância de Ucob e aCOB. A orientação das zonas⁶⁷ não foi um fator impactante no comportamento de sensibilidade.

Figura 4.5 – Gráfico radar para cinco grupos - PAF.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.4 – Grupos PAF – Índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
(A) PAF 80% L_t	0,37	0,31	0,29	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04			
(B) PAF 10% L_i	0,15	0,11	0,21	0,00	0,22	0,17	0,19	0,01			
(C) PAF 40% N_t	0,25	0,25	0,22	0,01	0,13	0,13	0,07	0,05			
(D) PAF 10% L_t	0,09	0,07	0,17	0,00	0,30	0,21	0,20	0,02			
(E) PAF 40% S_c	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,48	0,42	0,11

Fonte: elaborado pela autora (2023).

⁶⁷ A análise de sensibilidade foi realizada para zonas térmicas e não para edifícios completos, visando isolar o efeito da envoltória independentemente da forma do edifício.

Tabela 4.5 – Diferenciações de sensibilidade de grupos - PAF.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo
A	●	○	-	Aberturas (FS, AOV, AVS) como características prioritárias em detrimento as demais.
B	●	●	-	Relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) e paredes (Upar, Apar, Ctpar) de forma semelhante.
C	●	●	-	Predominância da relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) e paredes com menor influência (Upar, Apar, Ctpar).
D	○	●	-	Predominância da relevância das paredes (Upar, Apar, Ctpar) e AOV em detrimento as demais.
E	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, Ucob) em detrimento as demais características.

Legenda:

○ Variável inerte ($St < 0,10$)

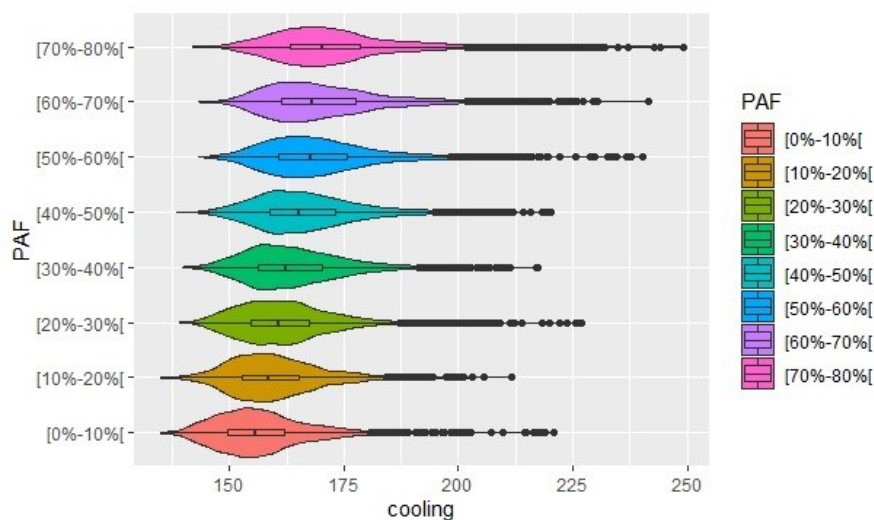
● Variável ativa ($0,10 < St < 0,25$)

● Variável ressonante ($St < 0,25$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A análise de distribuição de ocorrências de cargas de resfriamento demonstrou que o aumento do PAF aumenta a variação de resfriamento e aumenta o número de casos com maior carga de resfriamento, com pouco impacto nas cargas de resfriamentos mais baixas (Figura 4.6).

Figura 4.6 – Distribuição de ocorrências de PAF estratificado (com FS 0,82).



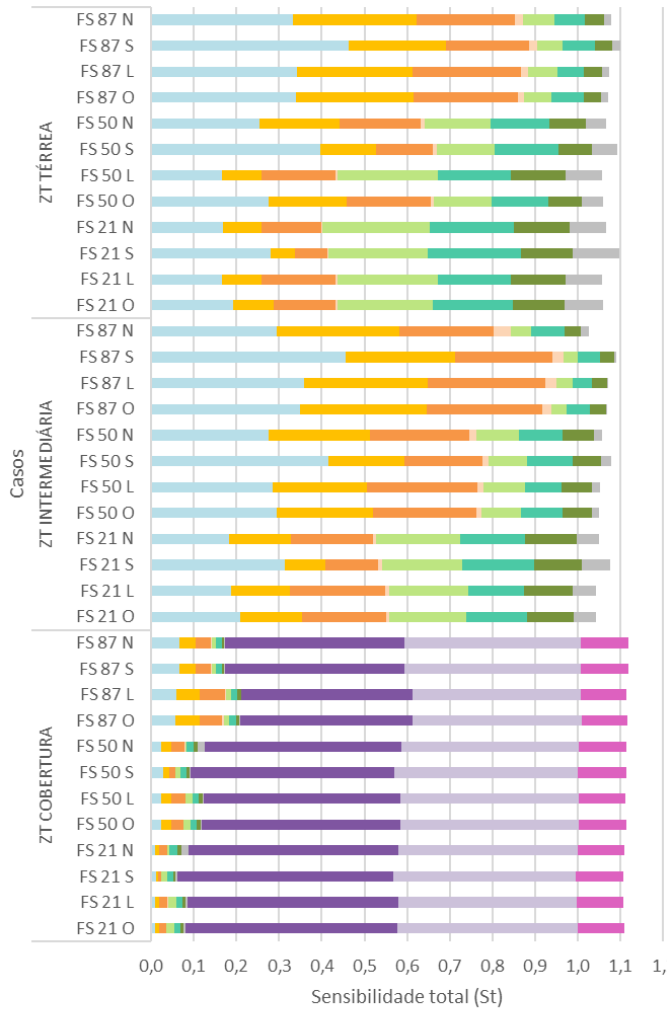
Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2.2 Fator Solar

O aumento do FS resultou no aumento da relevância do PAF e ângulos de obstrução e sombreamento. Para os casos com vidro de alta eficiência (FS 0,21) a influência das paredes aumenta e se torna ativa. À medida que aumenta o FS, aumenta ligeiramente as interações entre os ângulos de sombreamento e obstrução (AVS e AOV) e o PAF, em todas as orientações (Figura 4.7, Figura 4.8 e Tabela 4.6). O FS não tem

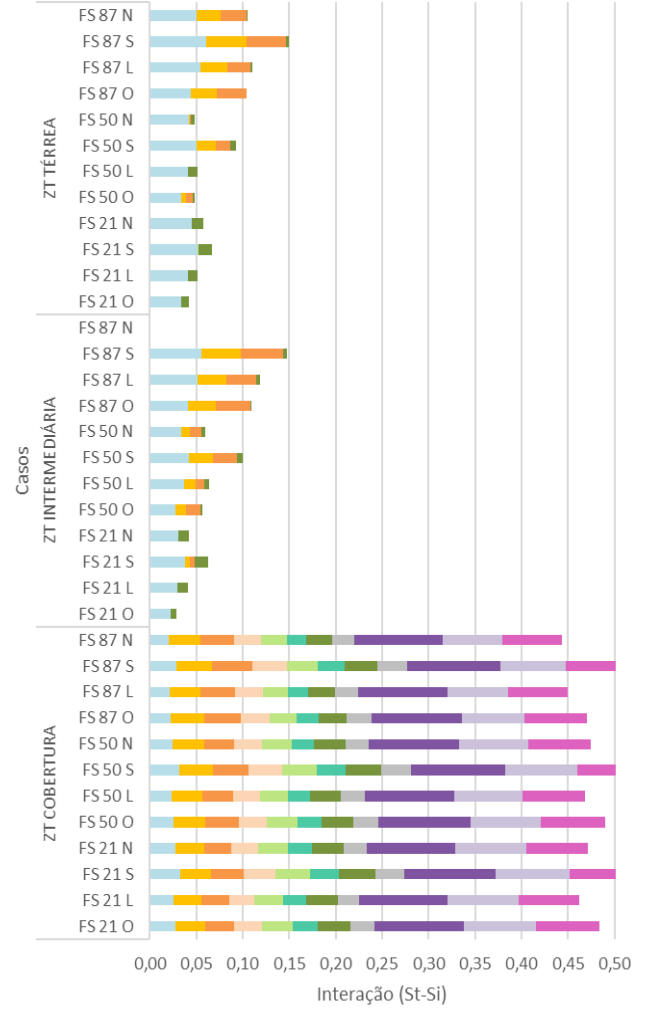
interação com as paredes, uma vez que o condicionamento de ar remove todo o calor uma vez que a temperatura é mantida constante.

Figura 4.7 – Variações de sensibilidade total (St) do FS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4.8 – Variações de interação (St-Si) do FS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.6 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de FS.

	Sensibilidade total (St)									Agrup. Sensib.				Interação (St-Si)																	
	PAF	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	ID	ABE	PAR	COB	Agrup. Interação			Casos	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	
																ABE	PAR	COB													
ZT TÉRREA	FS 87 N	0,33	0,29	0,23	0,02	0,07	0,07	0,04	0,02			A	●	○	○	1	○	○	○	FS 87 N	0,05	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	FS 87 S	0,46	0,23	0,19	0,02	0,06	0,08	0,04	0,02			●	○	○	2	○	○	○	FS 87 S	0,06	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 87 L	0,34	0,27	0,25	0,02	0,07	0,06	0,04	0,02			●	○	○	3	○	○	○	FS 87 L	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 87 O	0,34	0,28	0,24	0,02	0,06	0,08	0,04	0,02			●	○	○	4	○	○	○	FS 87 O	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 50 N	0,25	0,19	0,19	0,01	0,15	0,14	0,09	0,05			B	○	○	○	5	○	○	○	FS 50 N	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	FS 50 S	0,40	0,13	0,13	0,01	0,14	0,15	0,08	0,06			○	○	○	6	○	○	○	FS 50 S	0,05	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 50 L	0,17	0,09	0,17	0,00	0,24	0,17	0,13	0,09			○	○	○	7	○	○	○	FS 50 L	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 50 O	0,27	0,18	0,20	0,01	0,13	0,13	0,08	0,05			○	○	○	8	○	○	○	FS 50 O	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 21 N	0,17	0,09	0,14	0,00	0,25	0,20	0,13	0,09			C	○	○	○	9	○	○	○	FS 21 N	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00			
	FS 21 S	0,28	0,06	0,07	0,00	0,23	0,22	0,12	0,11			○	○	○	10	○	○	○	FS 21 S	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 21 L	0,17	0,09	0,17	0,00	0,24	0,17	0,13	0,09			○	○	○	11	○	○	○	FS 21 L	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 21 O	0,19	0,09	0,15	0,00	0,22	0,19	0,12	0,09			○	○	○	12	○	○	○	FS 21 O	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
ZT INTERMEDIÁRIA	FS 87 N	0,29	0,29	0,22	0,04	0,05	0,08	0,04	0,02			A	●	○	○	13	○	○	○	FS 87 N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	FS 87 S	0,46	0,26	0,23	0,03	0,03	0,05	0,03	0,00			●	○	○	14	○	○	○	FS 87 S	0,06	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 87 L	0,36	0,29	0,28	0,03	0,04	0,05	0,04	0,00			●	○	○	15	○	○	○	FS 87 L	0,05	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 87 O	0,35	0,30	0,27	0,02	0,04	0,05	0,04	0,00			●	○	○	16	○	○	○	FS 87 O	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 50 N	0,28	0,24	0,23	0,01	0,10	0,10	0,07	0,02			A	○	○	○	17	○	○	○	FS 50 N	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	FS 50 S	0,41	0,18	0,18	0,02	0,09	0,11	0,07	0,02			○	○	○	18	○	○	○	FS 50 S	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 50 L	0,28	0,22	0,26	0,01	0,10	0,09	0,07	0,02			○	○	○	19	○	○	○	FS 50 L	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 50 O	0,29	0,23	0,24	0,01	0,09	0,10	0,07	0,02			○	○	○	20	○	○	○	FS 50 O	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	FS 21 N	0,18	0,14	0,19	0,01	0,20	0,15	0,12	0,05			B	○	○	○	21	○	○	○	FS 21 N	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00			
	FS 21 S	0,31	0,09	0,12	0,01	0,19	0,17	0,11	0,06			○	○	○	22	○	○	○	FS 21 S	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 21 L	0,19	0,14	0,22	0,01	0,19	0,13	0,11	0,05			○	○	○	23	○	○	○	FS 21 L	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
	FS 21 O	0,21	0,14	0,20	0,01	0,18	0,14	0,11	0,05			○	○	○	24	○	○	○	FS 21 O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				
ZT COBERTURA	FS 87 N	0,07	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,42	0,41	0,11	○	○	○	25	○	○	○	FS 87 N	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,09	0,06	0,06
	FS 87 S	0,07	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,42	0,41	0,11	○	○	○	26	○	○	○	FS 87 S	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,10	0,07	0,07
	FS 87 L	0,06	0,06	0,06	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,40	0,39	0,11	○	○	○	27	○	○	○	FS 87 L	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,10	0,07	0,07
	FS 87 O	0,06	0,06	0,05	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,40	0,40	0,11	○	○	○	28	○	○	○	FS 87 O	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,10	0,07	0,07
	FS 50 N	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,46	0,42	0,11	○	○	○	29	○	○	○	FS 50 N	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,10	0,07	0,07
	FS 50 S	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,48	0,43	0,11	○	○	○	30	○	○	○	FS 50 S	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,10	0,08	0,07
	FS 50 L	0,02	0,02	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,46	0,42	0,11	○	○	○	31	○	○	○	FS 50 L	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,10	0,07	0,07
	FS 50 O	0,02	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,47	0,42	0,11	○	○	○	32	○	○	○	FS 50 O	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,08	0,07
	FS 21 N	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,49	0,42	0,11	○	○	○	33	○	○	○	FS 21 N	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,10	0,08	0,07
	FS 21 S	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,51	0,43	0,11	○	○	○	34	○	○	○	FS 21 S	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,10	0,08	0,07
	FS 21 L	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,49	0,42	0,11	○	○	○	35	○	○	○	FS 21 L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,09	0,08	0,07
	FS 21 O	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,50	0,42	0,11	○	○	○	36	○	○	○	FS 21 O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,10	0,08	0,07

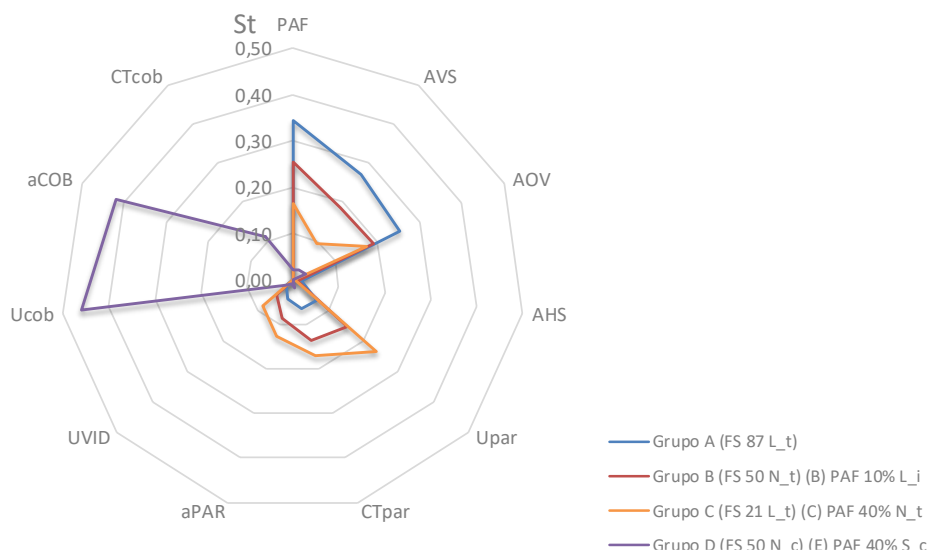
Legenda:
 ○ Variável inerte (St < 0,10)
 ● Variável ativa (0,10 < St < 0,25)
 ● Variável ressonante (St < 0,25)

Legenda:
 ○ Interação baixa (St-Si < 0,05)
 ○ Interação média (0,05 < St < 0,09)
 ● Interação alta (St-Si > 0,09)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram identificados quatro grupos com comportamentos distintos (Figura 4.9, Tabela 4.7 e Tabela 4.8): A) predominância das aberturas; B) paredes e aberturas com importância similar, sendo as aberturas mais influentes; C) paredes e aberturas têm importância similar, sendo as paredes mais influentes; D) todas as zonas térmicas da cobertura tem maior relevância de Ucob e aCOB.

Figura 4.9 – Gráfico radar para quatro grupos de FS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.7 – Grupos FS e Índices de sensibilidade (St).

Caso representat.	PAF	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
(A) FS 87 L_t	0,34	0,27	0,25	0,02	0,07	0,06	0,04	0,02			
(B) FS 50 N_t	0,25	0,19	0,19	0,01	0,15	0,14	0,09	0,05			
(C) FS 21 L_t	0,17	0,09	0,17	0,00	0,24	0,17	0,13	0,09			
(D) FS 50 N_c	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,46	0,42	0,11

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.8 – Diferenciações de sensibilidade de grupos FS.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo
A	●	○	-	Aberturas (FS, AOV, AVS) como características prioritárias em detrimento as demais.
B	●	●	-	Relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) ligeiramente maior que as paredes (Upar, Apar, Ctpar).
C	●	●	-	Relevância das aberturas (FS, AOV, AVS) ligeiramente menor que as paredes (Upar, Apar, Ctpar).
D	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, Ucob) em detrimento as demais características.

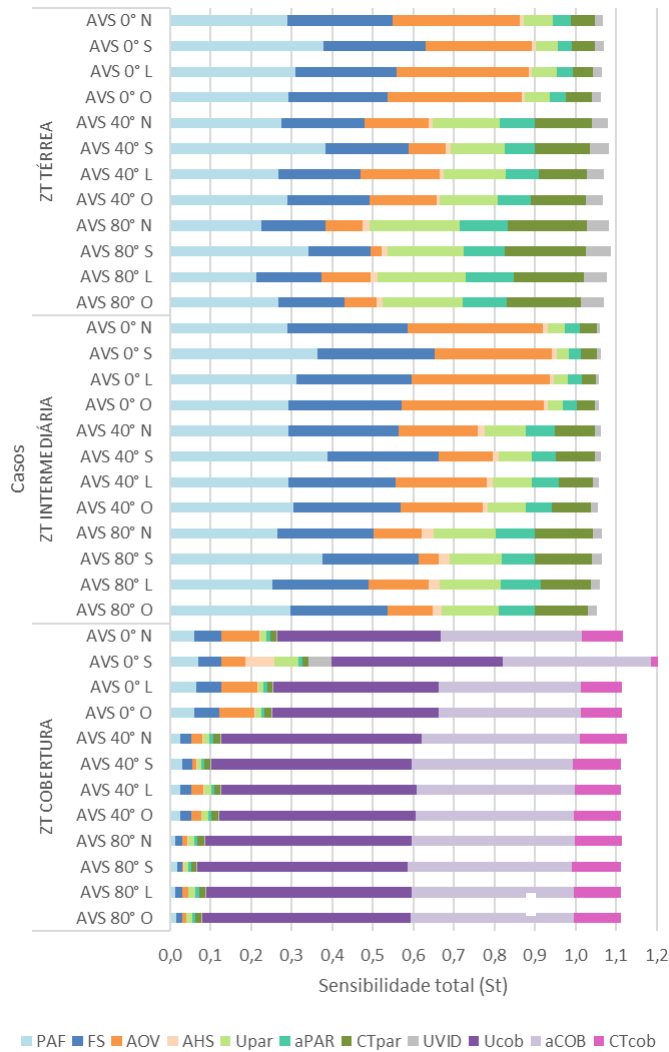
Legenda:
○ Variável(is) inerte(s) ($St < 0,10$)
● Variável(is) ativa(s) ($0,10 < St < 0,25$)
● Variável(is) ressonante(s) ($St < 0,25$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2.3 Sombreamento vertical das aberturas

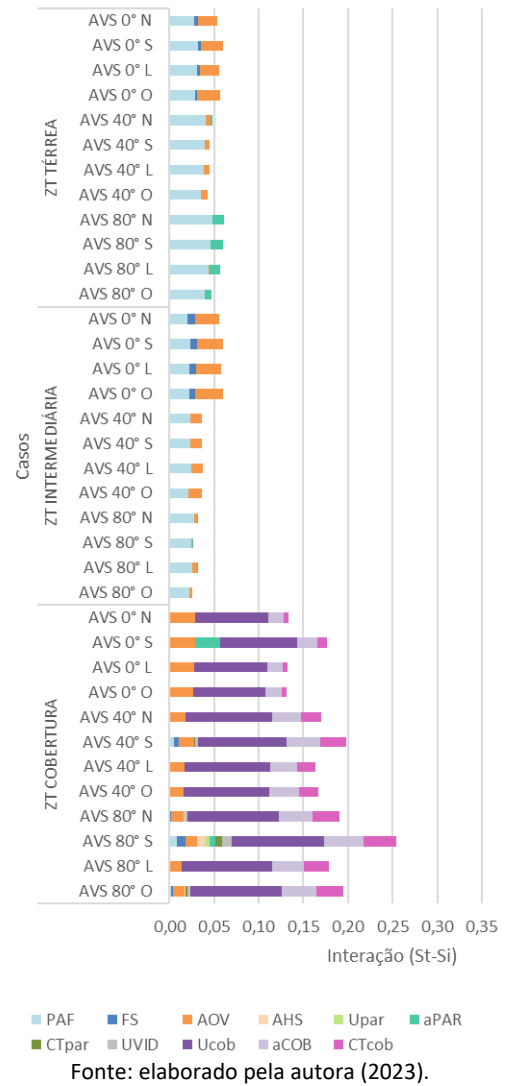
O aumento do AVS resultou em aumento da relevância das paredes (Upar, aPar, CTpar) e diminuição da influência do AOV. À medida que aumenta o AVS, aumenta ligeiramente as interações entre PAF e paredes nas zonas térreas, diminui a interação do AOV em todas as zonas (Figura 4.10, Figura 4.11 e Tabela 4.9).

Figura 4.10: Variações de sensibilidade total (St) do AVS



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4.11: Variações de interação (St-Si) do AVS



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.9. Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de AVS.

Casos	Sensibilidade total (St)									Agrup. Sensib.			Agrup. Interação			Interação (St-Si)											
	PAF	FS	AOV	AHS	Upar	aPAR	CTpar	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	ID	ABE	PAR	COB	Casos	PAF	FS	AOV	AHS	Upar	aPAR	CTpar	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
ZT TÉRREA	AVS 0° N	0,29	0,26	0,31	0,01	0,07	0,04	0,06	0,02			A	●	○	○	AVS 0° N	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° S	0,38	0,25	0,26	0,01	0,05	0,04	0,06	0,02			A	●	○	○	AVS 0° S	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° L	0,31	0,25	0,33	0,01	0,06	0,04	0,05	0,02			A	●	○	○	AVS 0° L	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° O	0,29	0,24	0,33	0,01	0,06	0,04	0,06	0,02			A	●	○	○	AVS 0° O	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° N	0,28	0,20	0,16	0,01	0,16	0,09	0,14	0,04			B	●	○	○	AVS 40° N	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° S	0,38	0,21	0,09	0,01	0,13	0,07	0,14	0,05			B	●	○	○	AVS 40° S	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° L	0,27	0,20	0,19	0,01	0,15	0,08	0,12	0,04			B	●	○	○	AVS 40° L	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° O	0,29	0,20	0,16	0,01	0,14	0,08	0,14	0,04			B	●	○	○	AVS 40° O	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 80° N	0,23	0,16	0,09	0,02	0,22	0,12	0,20	0,05			B	●	○	○	AVS 80° N	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00			
	AVS 80° S	0,34	0,15	0,03	0,02	0,19	0,10	0,20	0,06			B	●	○	○	AVS 80° S	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00			
	AVS 80° L	0,21	0,16	0,12	0,02	0,22	0,12	0,17	0,05			B	●	○	○	AVS 80° L	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00			
	AVS 80° O	0,27	0,16	0,08	0,01	0,20	0,11	0,18	0,06			B	●	○	○	AVS 80° O	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00			
ZT INTERMEDIÁRIA	AVS 0° N	0,29	0,30	0,33	0,01	0,04	0,04	0,04	0,01			A	●	○	○	AVS 0° N	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° S	0,36	0,29	0,29	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01			A	●	○	○	AVS 0° S	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° L	0,31	0,28	0,34	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01			A	●	○	○	AVS 0° L	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 0° O	0,29	0,28	0,35	0,01	0,04	0,03	0,05	0,01			A	●	○	○	AVS 0° O	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° N	0,29	0,27	0,19	0,02	0,10	0,07	0,10	0,02			A	●	○	○	AVS 40° N	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° S	0,39	0,27	0,13	0,02	0,08	0,06	0,09	0,02			A	●	○	○	AVS 40° S	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° L	0,29	0,26	0,22	0,02	0,09	0,07	0,08	0,02			A	●	○	○	AVS 40° L	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 40° O	0,30	0,26	0,20	0,01	0,09	0,07	0,10	0,02			A	●	○	○	AVS 40° O	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 80° N	0,26	0,24	0,12	0,03	0,15	0,10	0,14	0,02			B	●	○	○	AVS 80° N	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 80° S	0,38	0,24	0,05	0,03	0,13	0,08	0,14	0,02			B	●	○	○	AVS 80° S	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 80° L	0,25	0,24	0,15	0,03	0,15	0,10	0,12	0,02			B	●	○	○	AVS 80° L	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	AVS 80° O	0,30	0,24	0,11	0,02	0,14	0,09	0,13	0,02			B	●	○	○	AVS 80° O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
ZT COBERTURA	AVS 0° N	0,06	0,07	0,09	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,40	0,35	0,10	○	○	○	AVS 0° N	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,01
	AVS 0° S	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,01	0,01	0,06	0,42	0,36	0,11	○	○	○	AVS 0° S	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,09	0,02	0,01
	AVS 0° L	0,06	0,06	0,09	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,41	0,35	0,10	○	○	○	AVS 0° L	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,01
	AVS 0° O	0,06	0,06	0,09	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,41	0,35	0,10	○	○	○	AVS 0° O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00
	AVS 40° N	0,03	0,03	0,03	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,49	0,39	0,12	○	○	○	AVS 40° N	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,02
	AVS 40° S	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,49	0,40	0,12	○	○	○	AVS 40° S	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,03
	AVS 40° L	0,03	0,03	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,48	0,39	0,12	○	○	○	AVS 40° L	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,02
	AVS 40° O	0,03	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,48	0,39	0,12	○	○	○	AVS 40° O	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,02
	AVS 80° N	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,51	0,40	0,12	○	○	○	AVS 80° N	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,03
	AVS 80° S	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,52	0,41	0,12	○	○	○	AVS 80° S	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,04	0,04
	AVS 80° L	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,51	0,40	0,12	○	○	○	AVS 80° L	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,03
	AVS 80° O	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,51	0,40	0,12	○	○	○	AVS 80° O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,03

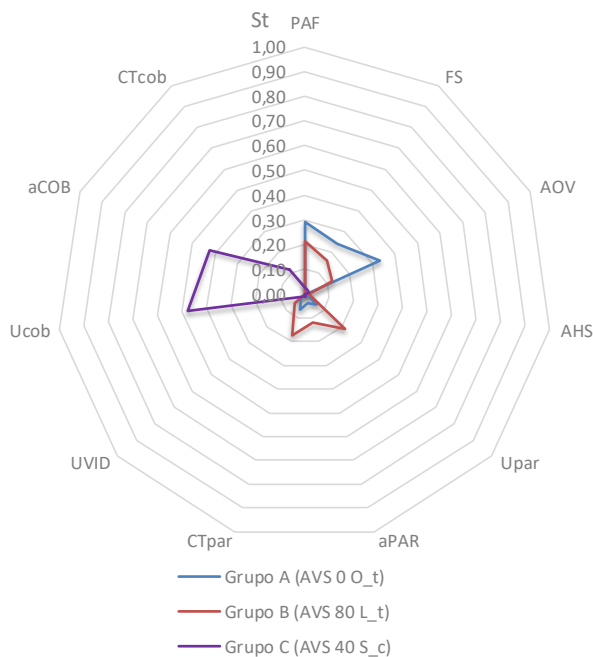
Legenda:
 ○ Variável inerte ($St < 0,10$)
 ● Variável ativa ($0,10 < St < 0,25$)
 ● Variável ressonante ($St < 0,25$)

Legenda:
 ○ Interação baixa ($St-Si < 0,05$)
 ● Interação média ($0,05 < St < 0,09$)
 ● Interação alta ($St-Si > 0,09$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram observados três grupos com comportamentos distintos (Figura 4.12, Tabela 4.12, Tabela 4.10 e Tabela 4.11): A) predominância das aberturas; B) paredes e aberturas com importância semelhante; C) cobertura com maior relevância de Ucob e aCOB.

Figura 4.12. Gráfico radar para grupos - AVS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.10. Grupos AVS – Índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	PAF	FS	AOV	AHS	Upar	aPAR	CTpar	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
Grupo A (AVS 0 O_t)	0,29	0,24	0,33	0,01	0,06	0,04	0,06	0,02			
Grupo B (AVS 80 L_t)	0,21	0,16	0,12	0,02	0,22	0,12	0,17	0,05			
Grupo C (AVS 40 S_c)	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,48	0,42	0,11

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.11. Diferenciações de sensibilidade de grupos AVS.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo
A	●	○	-	Aberturas (PAF, FS e AOV) como características prioritárias em detrimento as demais.
B	●	●	-	Relevância das aberturas (PAF ressonante, FS, AOV), e paredes (Upar, Apar, Ctpar) de forma semelhante.
C	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, Ucob) em detrimento as demais características.

Legenda:

- Variável(is) inerte(s) ($St < 0,10$)
- Variável(is) ativa(s) ($0,10 < St < 0,25$)
- Variável(is) ressonante(s) ($St < 0,25$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2.4 Sombreamento do entorno

O aumento do sombreamento do entorno AOV acarretou pequeno aumento da relevância da transmitância e capacidade térmica das paredes (Upar e CTpar) e diminuição da influência do AVS. À medida que aumenta AOV, diminui as interações entre PAF, FS e paredes, e, diminui a interação em todas as zonas, com exceção da cobertura (Figura 4.13, Figura 4.14 e Tabela 4.12).

Figura 4.13 – Variações de sensibilidade total (St) do AOV

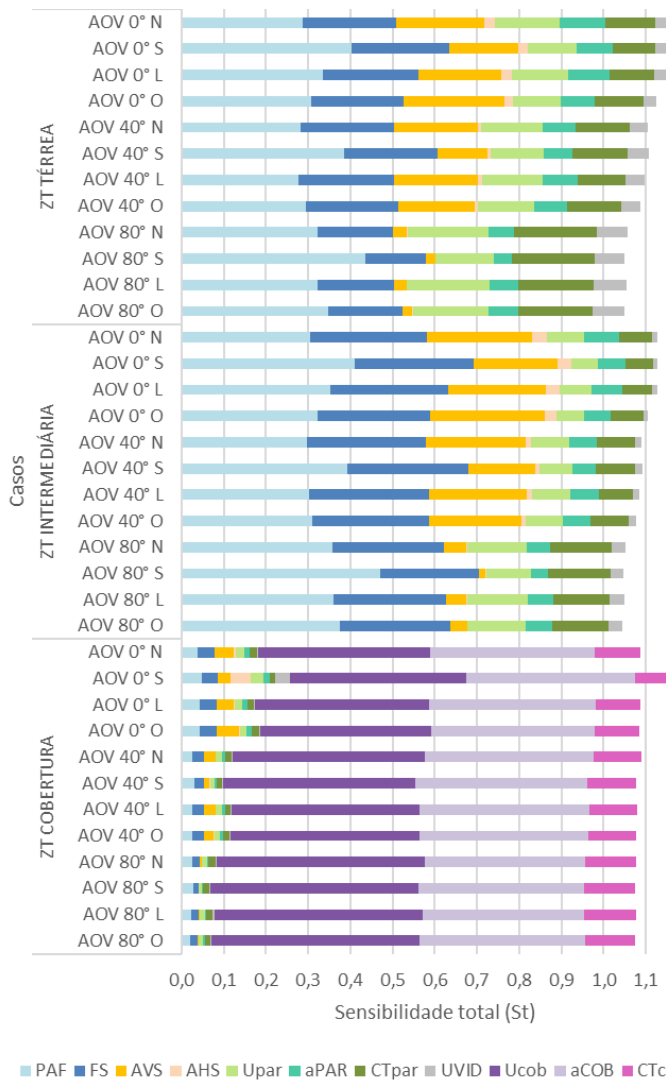
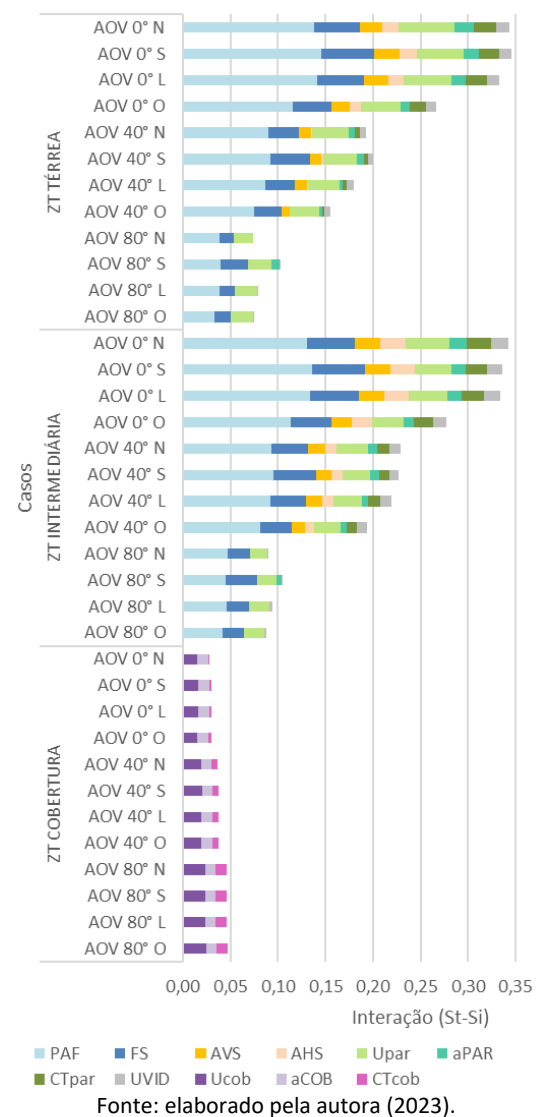
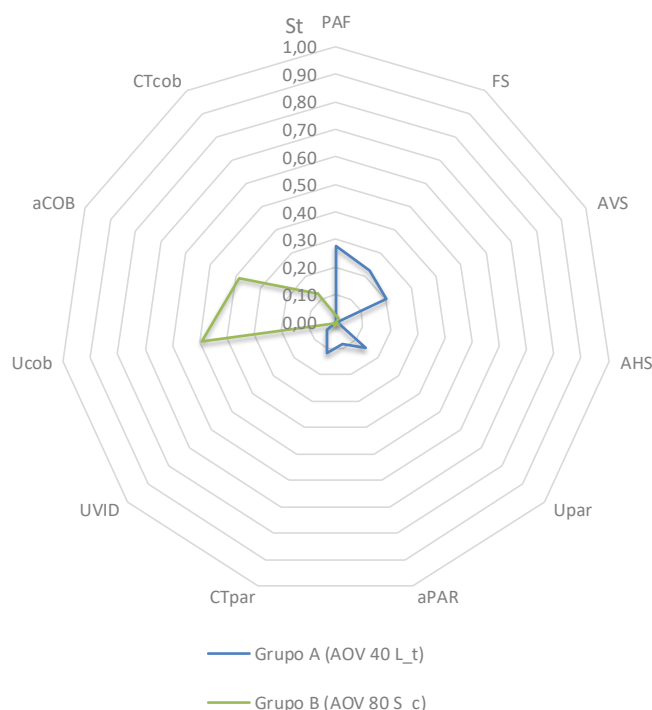


Figura 4.14 – Variações de interação (St-Si) do AOV



A característica AOV não foi determinante para diferenciar grupos com comportamentos de relevância distintos (Figura 4.15, Tabela 4.13 e Tabela 4.14) à exceção da menor influência de AVS para AOV alto. Foi observada em zonas térreas e intermediárias aberturas mais relevantes com influência das paredes (A); e na cobertura maior relevância de Ucob e aCOB (B).

Figura 4.15 – Gráfico radar para quatro grupos - AOV.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.13. Grupos AOV – Índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	PAF	FS	AVS	AHS	Upar	aPAR	CTpar	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
Grupo A (AOV 40 L_t)	0,28	0,22	0,20	0,01	0,15	0,08	0,12	0,04			
Grupo B (AOV 80 S_c)	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,49	0,38	0,12

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.14. Diferenciações de sensibilidade de grupos AOV.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo
A	●	●	-	Aberturas (PAF ressonante, FS e AVS) mais relevantes, com influencia das paredes (Upar, Apar, Ctpar).
B	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, Ucob) em detrimento as demais características.

Legenda:

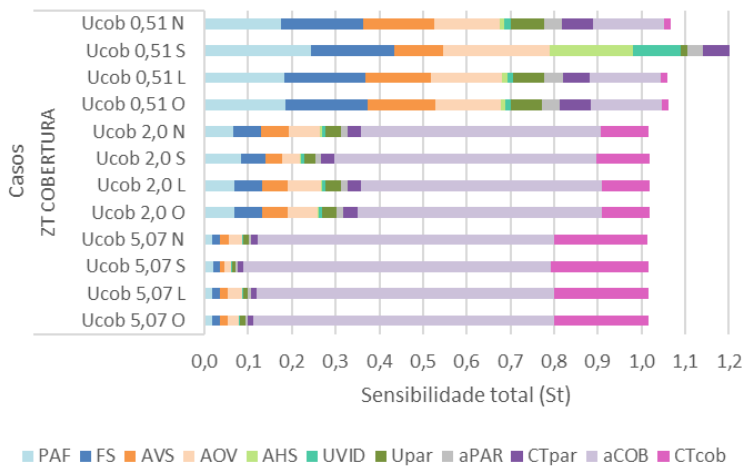
- Variável(is) inerte(s) ($St < 0,10$)
- Variável(is) ativa(s) ($0,10 < St < 0,25$)
- Variável(is) ressonante(s) ($St < 0,25$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2.5 Transmitância térmica da cobertura

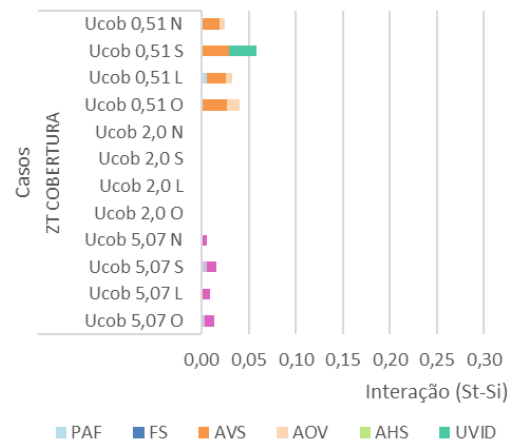
A redução da transmitância da cobertura aumenta a relevância das aberturas e paredes, sobretudo na orientação Sul (com maior exposição solar no verão), enquanto diminui a relevância de características da cobertura (acob, CTcob). Para transmitância alta da cobertura, há pouco aumento das interações entre as características da cobertura (porém ainda baixas), enquanto pequena interação de AVS é observada para Ucob baixa (Figura 4.16, Figura 4.17 e Tabela 4.15).

Figura 4.16 – Variações de sensibilidade total (St) de Ucob.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

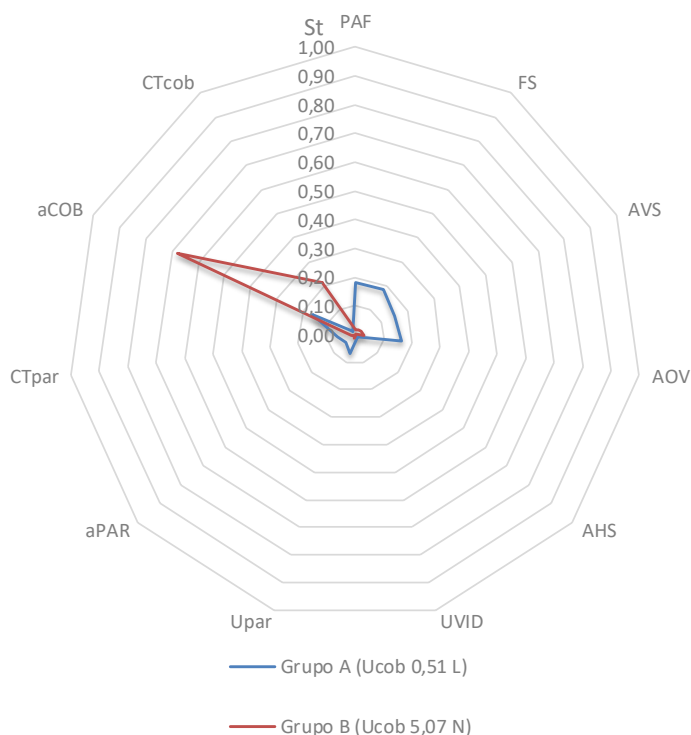
Figura 4.17 – Variações de interação (St-Si) de Ucob.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram identificados dois grupos com comportamentos distintos (Figura 4.18, Tabela 4.16 e Tabela 4.17): A) predominância da cobertura (aCOB principalmente); B) aberturas, sombreamento e aCOB com importância similar.

Figura 4.18. Gráfico radar para quatro grupos - Ucob.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.16 – Grupos Ucob com índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	UVID	Upar	aPAR	CTpar	aCOB	CTcob
Grupo A (Ucob 0,51 L)	0,18	0,19	0,15	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,06	0,16	0,02
Grupo B (Ucob 5,07 N)	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,68	0,21

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.17 – Diferenciações de sensibilidade de grupos Ucob.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo	Legenda:
A	●	○	●	Aberturas (PAF, FS, AVS e AOV) e cobertura relevantes.	○ Variável(is) inerte(s) (St < 0,10) ● Variável(is) ativa(s) (0,10 < St < 0,25)
B	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, CTcob) em detrimento as demais características.	● Variável(is) ressonante(s) (St < 0,25)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.1.2.6 Absortância solar da cobertura

À medida que diminui a absortância da cobertura, aumenta a relevância das aberturas e paredes, sobretudo na orientação Sul (com maior exposição solar no verão), enquanto diminui a relevância de características de Ucob. A CTcob mante-se constante com exceção da orientação Sul para aCOB baixa.

Para alta absortância da cobertura, aumenta ligeiramente as interações entre as características da cobertura, com exceção da orientação Sul onde as interações são similares para cobertura, que aumenta pouco a influência do PAF e FS (Figura 4.19, Figura 4.20 e Tabela 4.18).

Figura 4.19 – Variações de sensibilidade total (St) de aCOB.

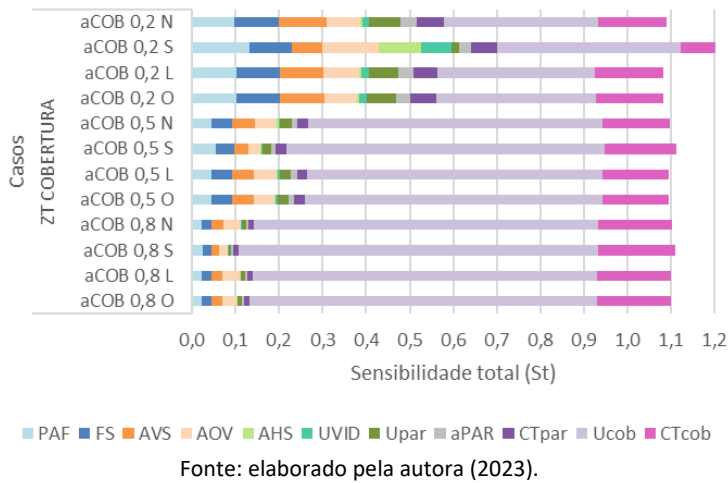


Figura 4.20 – Variações de interação (St-Si) de aCOB.

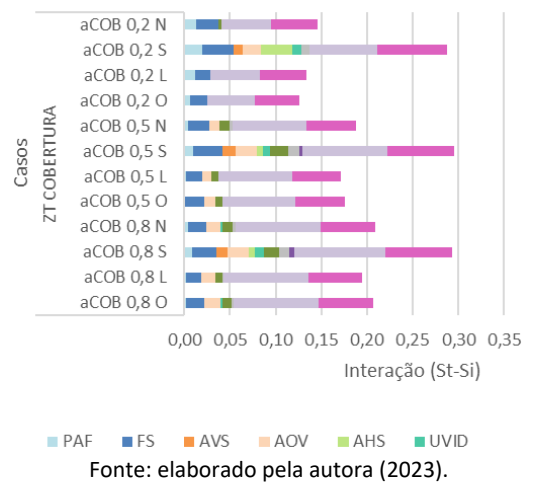


Tabela 4.18 – Classificação de sensibilidade total (St) e interação (St-Si) para variações de aCOB.

Casos	Sensibilidade total (St)											Agrup. Sensib.				Agrup. Interação				Casos	Interação (St-Si)										
	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	UVID	Upar	aPAR	CTpar	Ucob	CTcob	ID	ABE	PAR	COB	ABE	PAR	COB	PAF		FS	AVS	AOV	AHS	UVID	Upar	aPAR	CTpar	Ucob	CTcob	
ZT COBERTURA	aCOB 0,2 N	0,10	0,10	0,11	0,08	0,01	0,02	0,07	0,04	0,06	0,36	0,16	○	○	○	○	○	○	A	aCOB 0,2 N	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
	aCOB 0,2 S	0,13	0,10	0,07	0,13	0,10	0,07	0,02	0,03	0,06	0,42	0,18	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,2 S	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	0,08
	aCOB 0,2 L	0,10	0,10	0,10	0,08	0,01	0,02	0,07	0,03	0,05	0,36	0,16	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,2 L	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
	aCOB 0,2 O	0,10	0,10	0,10	0,08	0,01	0,02	0,07	0,03	0,06	0,36	0,16	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,2 O	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
	aCOB 0,5 N	0,04	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,68	0,15	○	○	○	○	○	○	B	aCOB 0,5 N	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,05
	aCOB 0,5 S	0,05	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,73	0,17	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,5 S	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,09	0,07
	aCOB 0,5 L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,68	0,15	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,5 L	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,05
	aCOB 0,5 O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,68	0,15	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,5 O	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,05
	aCOB 0,8 N	0,02	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,79	0,17	○	○	○	○	○	○	B	aCOB 0,8 N	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,06
	aCOB 0,8 S	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,83	0,18	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,8 S	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,10	0,07
	aCOB 0,8 L	0,02	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,79	0,17	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,8 L	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,06
	aCOB 0,8 O	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,80	0,17	○	○	○	○	○	○		aCOB 0,8 O	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,06

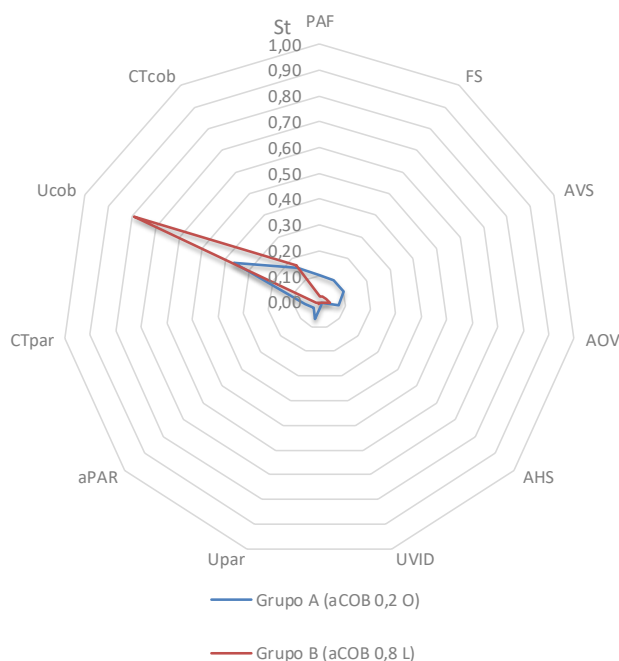
Legenda:
 ○ Variável inerte ($St < 0,10$)
 ○ Variável ativa ($0,10 < St < 0,25$)
 ● Variável ressonante ($St < 0,25$)

Legenda:
 ○ Interação baixa ($St-Si < 0,05$)
 ○ Interação média ($0,05 < St-Si < 0,09$)
 ● Interação alta ($St-Si > 0,09$)

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram identificados dois comportamentos (Figura 4.18, Tabela 4.16 e Tabela 4.17): A) predominância de Ucob, seguida por CTcob ativa ; B) predominância de Ucob, com influência de aberturas PAF e FS, sombreamento AVS e CTcob.

Figura 4.21 – Gráfico radar para quatro grupos com aCOB.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.19 – Grupos aCOB – Índices de sensibilidade (St).

Caso representativo	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	UVID	Upar	aPAR	CTpar	Ucob	CTcob
Grupo A (aCOB 0,2 O)	0,10	0,10	0,10	0,08	0,01	0,02	0,07	0,03	0,06	0,36	0,16
Grupo B (aCOB 0,8 L)	0,02	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,79	0,17

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 4.20 – Diferenciações de sensibilidade de grupos aCOB.

ID	ABE	PAR	COB	Descrição do Grupo	Legenda:
A	●	○	●	Predominância da relevância da cobertura (Ucob, CTcob) e aberturas (PAF, FS, AVS e AOV) relevantes.	○ Variável(is) inerte(s) (St < 0,10) ● Variável(is) ativa(s) (0,10 < St < 0,25) ● Variável(is) ressonante(s) (St < 0,25)
B	○	○	●	Predominância da relevância da cobertura (aCOB, CTcob) em detrimento as demais características.	

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2 PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS

Os resultados de propagação de incerteza local, global e limites de incerteza são apresentados a seguir e os detalhes de cada caso são apresentados no “Apêndice 4: Resultado das análises de incerteza local” e “Apêndice 5: Resultado das análises de incerteza global”.

4.2.1 LOCAL

A propagação de incerteza local foi representada pelas (a) curvas de densidade de probabilidade, (b) gráfico de caixa e (c) tabela de probabilidade de classificação energética, intervalo, amplitudes ($Amp_{max-min}$ e Amp_{LI-LS}) e média de carga térmica ($CgTR$). Foram simulados 30 casos de incerteza de edifícios, que corresponde a 3.000 amostras por caso, num total de 90.000 amostras (Tabela 3.10).

4.2.1.1 Variação de PAF com mesmo desvio padrão relativo

A variação relativa⁶⁸ de 10% das entradas para PAFs de 20%, 40% e 65% aumentou a incerteza na carga de resfriamento, com amplitude ($Amp_{max-min}$) de 1,8%, 3,3%, e 5,4%, respectivamente (Figura 4.22).

⁶⁸ A variação relativa considera o percentual em relação ao valor da característica, enquanto na variação absoluta se considera o mesmo desvio padrão, independentemente do valor da característica.

Figura 4.22 – Casos IC1 a IC3 (análise A).

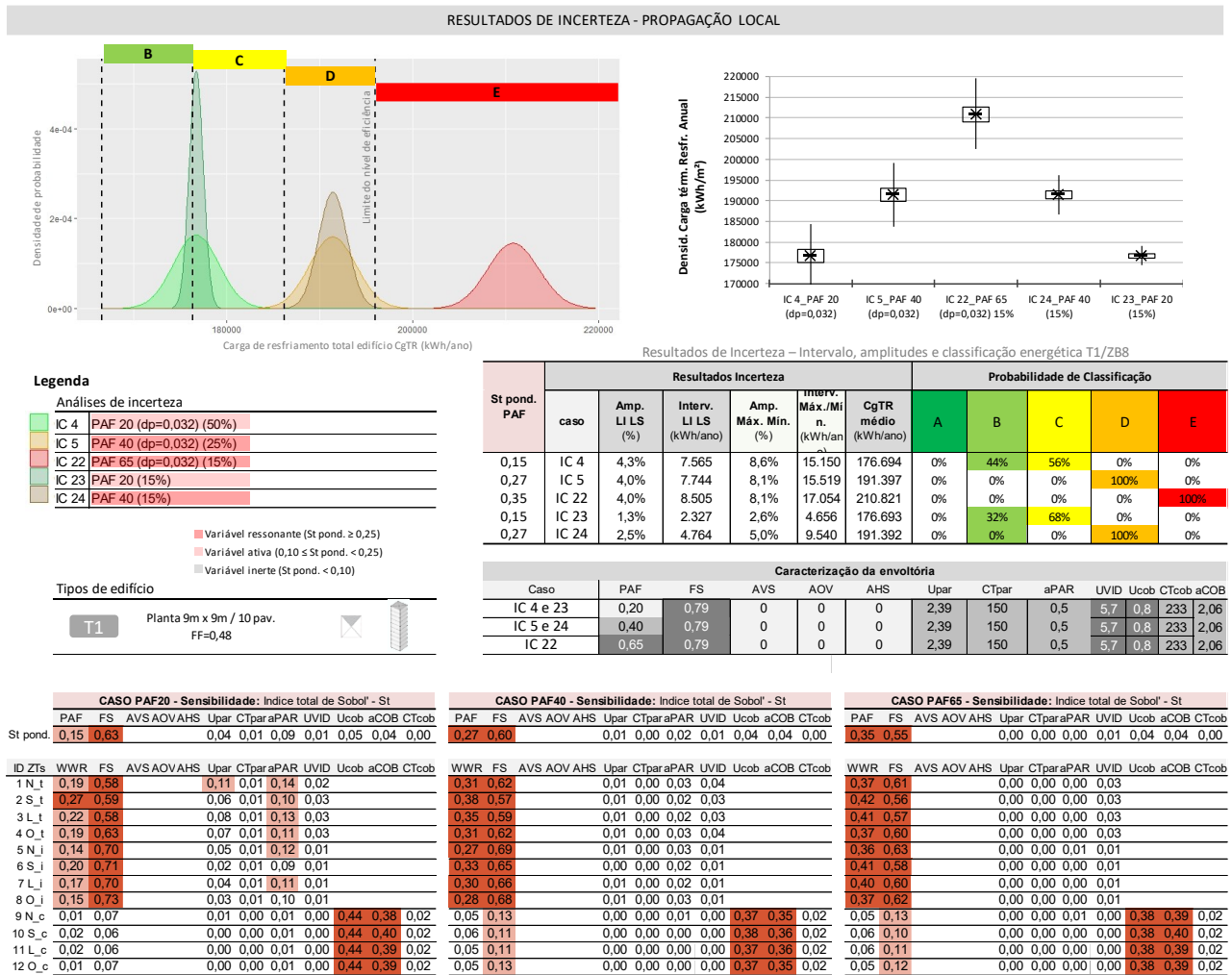


Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.2 Variação de PAF com mesmo desvio padrão absoluto

A variação absoluta com desvio padrão de 0,032 para PAF 20%, 40% e 65% resultou em amplitudes semelhantes, de 8,6%, 8,1% e 8,1% e média de CgTR de 176.694, 191.397 e 210.821 kWh/ano, respectivamente (IC4, IC 5 e IC 22 da Figura 4.23). Na variação relativa (de 15% IC22, IC23 e IC24 da Figura 4.23) a distribuição de incerteza foi distinta: quanto menor o valor do PAF, maior foi o pico de densidade de probabilidade e menor foi a faixa de incerteza, sendo a amplitude (Amp_{max-min}) de 2,6%, 5,0%, e 8,1% para PAF 20%, 40% e 65%.

Figura 4.23 – Casos IC4, IC5, IC22 a IC24 (análise B).

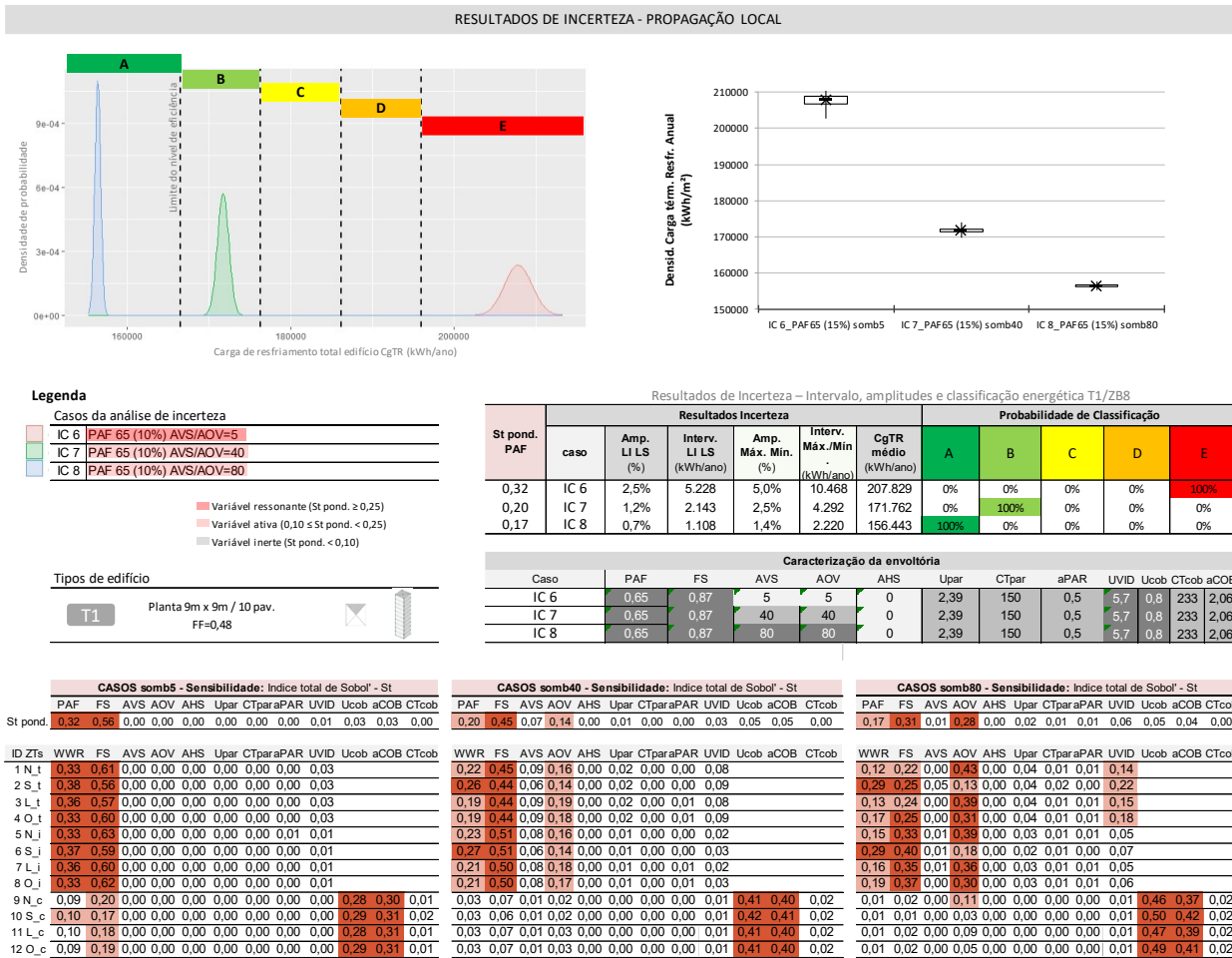


Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.3 PAF grande para diferentes sombreamentos

O aumento do sombreamento (AOV/AVS) aumentou o pico de densidade de probabilidade e diminui a faixa de incerteza (casos 6, 7 e 8 na Figura 4.24). Quanto melhor o desempenho energético do edifício, menor é a incerteza nos resultados. Edifícios com alto sombreamento (AOV/AVS=80) são classificados como nível A (IC8, Figura 4.24) e possuem amplitude (Amp_{máx.-mín.}) de incerteza do PAF de 1,4% enquanto o não sombreado (nível E de eficiência energética) tem 5% de amplitude de variação (caso 6 da Figura 4.24).

Figura 4.24 – Casos IC6 a IC8 (análise C).

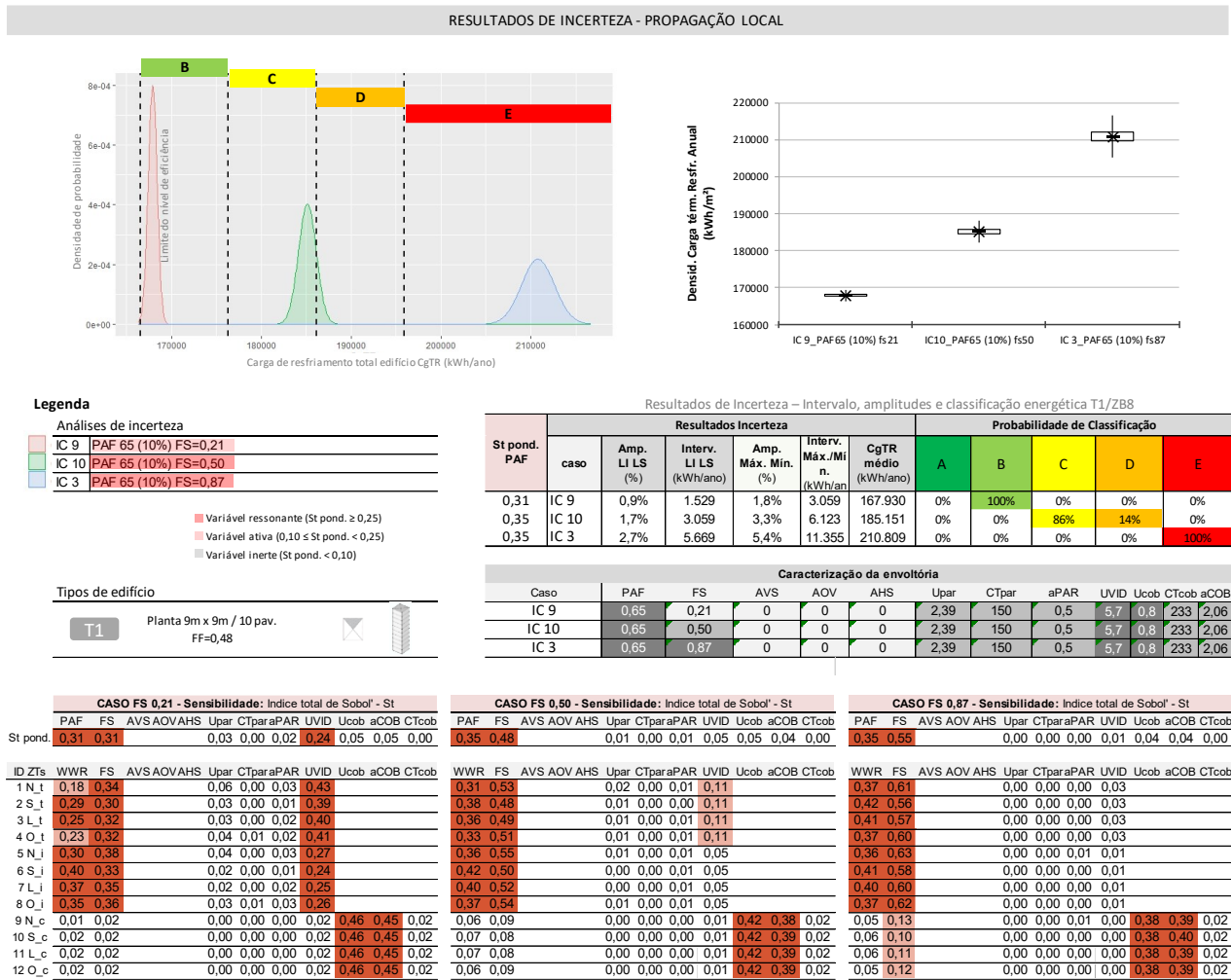


Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.4 PAF grande para diferentes FS

Quanto mais eficiente o vidro utilizado no edifício (baixo FS), menor é o impacto do PAF no resultado. A incerteza no resultado foi 1,8% para edifícios com vidros de alta eficiência (FS=0,21), 3,3% para vidros com FS=0,50 e 5,4% para vidros comuns (FS=0,87) (Figura 4.25).

Figura 4.25 – Incertezas para IC9, IC10, IC3 (análise D).

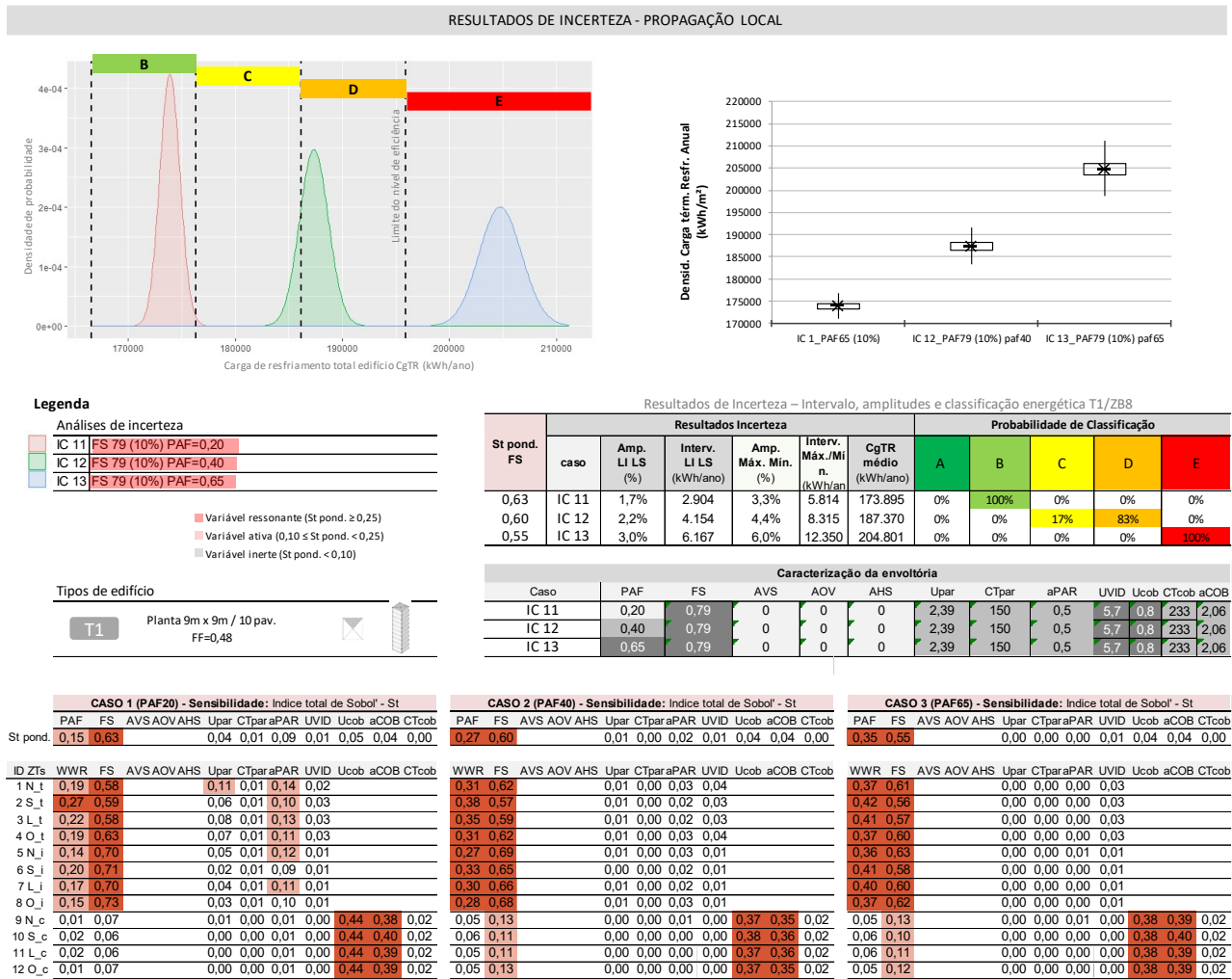


Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.5 Fator solar de alto desempenho para diferentes PAFs

Quanto maior o PAF do edifício, maior o impacto do FS na incerteza do resultado. A variação de 10% do FS, em edifícios com aberturas pequenas médias e grandes (PAF 20%, 40% e 65%), acarreta incerteza no resultado (Amp_{max-min}) de 1,8%, 3,3% e 5,4%, respectivamente (análise E na Figura 4.26).

Figura 4.26 – Incertezas para IC11 a IC13 (análise E)



Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.6 Alto FS para diferentes sombreamentos

A variação de 10% do FS em edifícios com sombreamento nulo, médio e grande (AVS/AOV=0, 40, 80) causou incertezas no resultado (Amp_{max-min}) de 6,0%, 3,2% e 1,6%, respectivamente (Figura 4.27).

Figura 4.27 – Incertezas para IC13 a IC15 (análise F).

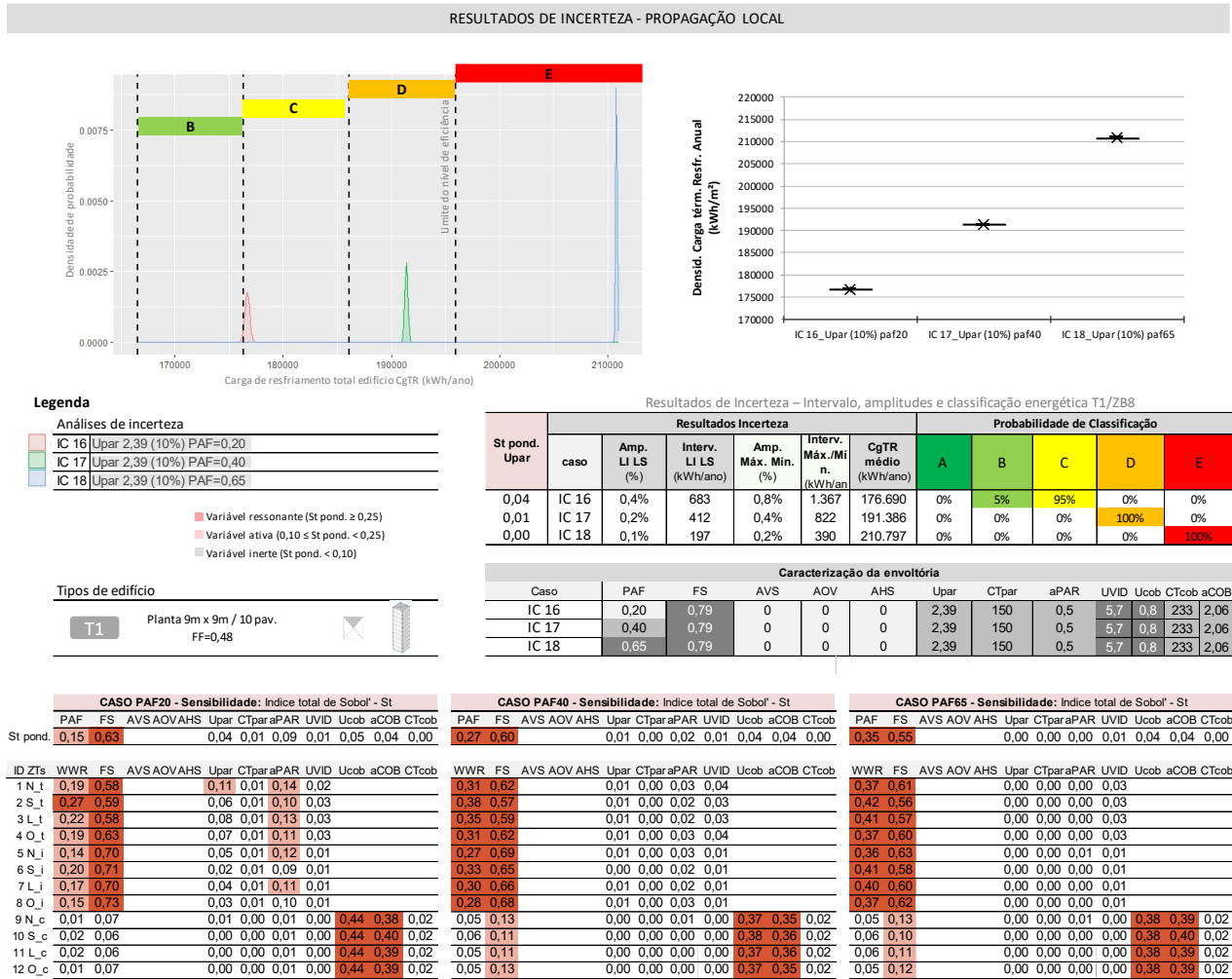


Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.7 Alto Upar para diferentes PAFs e Baixo aPAR para diferentes PAFs

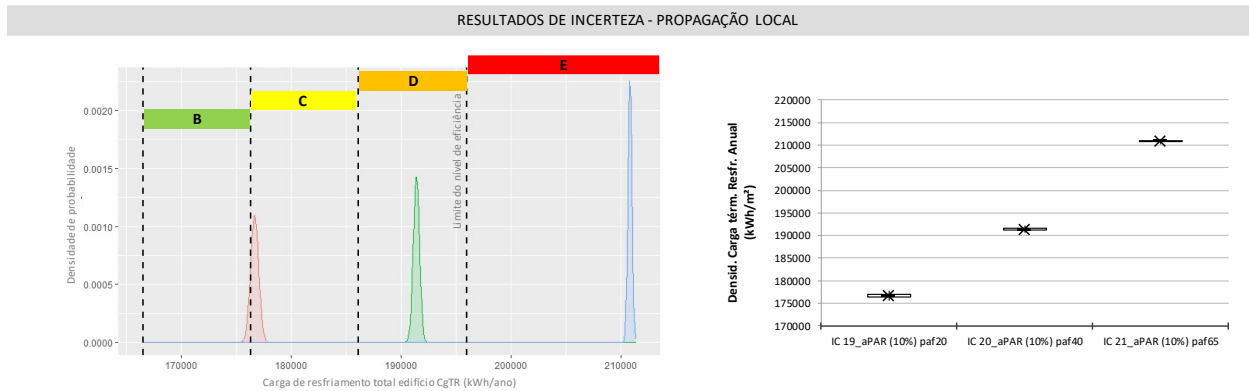
As transmitâncias e absorptâncias térmicas das paredes são inertes e possuem baixo impacto nos resultados de CgTR. A variação de 10% do Upar em edifícios com aberturas pequenas médias e grandes (PAF 20%, 40% e 65%) gerou incerteza no resultado (Amp_{max-min}) de 0,8%, 0,4% e 0,2%, respectivamente (análise G na Figura 4.28) enquanto aPAR gera incertezas (Amp_{max-min}) de 1,3%, 0,9% e 0,5% (análise H na Figura 4.29).

Figura 4.28 – Incertezas para IC16 a IC18 (análise G).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4.29 – Incertezas para IC19 a IC21 (análise H).



Legenda

Análises de incerteza

IC 19	aPAR 0,50 (10%)	PAF=0,20
IC 20	aPAR 0,50 (10%)	PAF=0,40
IC 21	aPAR 0,50 (10%)	PAF=0,65

- Variável ressonante (St pond. ≥ 0,25)
- Variável ativa (0,10 ≤ St pond. < 0,25)
- Variável inerte (St pond. < 0,10)

Tipos de edifício

T1	Planta 9m x 9m / 10 pav.	FF=0,48
----	--------------------------	---------

Resultados de Incerteza – Intervalo, amplitudes e classificação energética T1/ZB8

St pond. aPAR	caso	Resultados Incerteza				CgTR médio (kWh/ano)	Probabilidade de Classificação				
		Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Min. (%)	Interv. Máx./Mín. (kWh/ano)		A	B	C	D	E
0,09	IC 19	0,6%	1.114	1,3%	2.231	176.693	0%	16%	84%	0%	0%
0,02	IC 20	0,4%	837	0,9%	1.675	191.389	0%	0%	0%	100%	0%
0,00	IC 21	0,2%	516	0,5%	1.034	210.799	0%	0%	0%	0%	100%

Caracterização da envoltória

Caso	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	CTcob	aCOB
IC 19	0,20	0,79	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	0,8	233	2,06
IC 20	0,40	0,79	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	0,8	233	2,06
IC 21	0,65	0,79	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	0,8	233	2,06

St pond.	CASO PAF20 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St												CASO PAF40 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St												CASO PAF65 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St											
	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
	0,15	0,63				0,04	0,01	0,09	0,01	0,05	0,04	0,00	0,27	0,60				0,01	0,00	0,02	0,01	0,04	0,04	0,00	0,35	0,55				0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,04	0,00

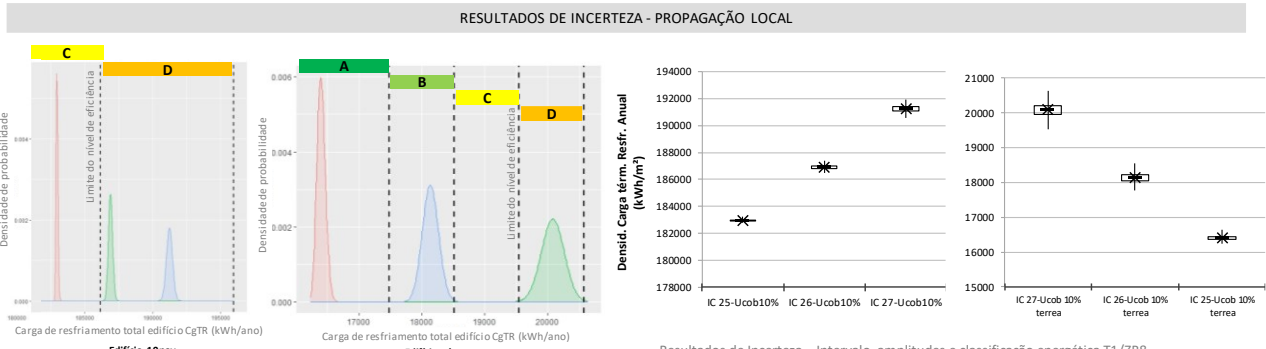
Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.8 Ucob médio para diferentes aCOB e alto aCOB para diferentes Ucob

A transmitância e absorptância térmica da cobertura passam a ser ressonantes quanto menor o número de pavimentos, sendo inerte para 10 pavimentos. À medida que aumenta a absorptância da cobertura aumenta a incerteza da transmitância da cobertura, em todos os casos (Figura 4.30), assim como maiores transmitâncias da cobertura acarretam maior incerteza de acob (Figura 4.31).

A variação de 10% do Ucob em cobertura clara, média e escura (acob 0,2/0,5/0,8) acarretou em incerteza no resultado (Amp_{max-min}) de 2,4%, 4,3% e 5,5%, respectivamente (casos 25t, 26t e 27t na Figura 4.30) em edifício térreo, enquanto a incerteza é de 0,2%, 0,5% e 0,7% para mesma edificação com 10 pavimentos (casos 25, 26 e 27 na Figura 4.30).

Figura 4.30 – Incerteza local de Ucob para diferentes absorções acob (IC25, 26 e 27 análise I).

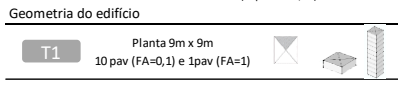


Legenda

Análises de incerteza

IC 25	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,2 / FA=0,1
IC 26	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,5 / FA=0,1
IC 27	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,8 / FA=0,1
IC 25t	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,2 / FA=1 térrea
IC 26t	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,5 / FA=1 térrea
IC 27t	Ucob 2,0 (10%)	acob=0,8 / FA=1 térrea

■ Variável ressonante (St pond. ≥ 0,25)
■ Variável ativa (0,10 ≤ St pond. < 0,25)
■ Variável inerte (St pond. < 0,10)



Resultados de Incerteza – Intervalo, amplitudes e classificação energética T1/ZB8

St pond. Ucob	Resultados Incerteza						Probabilidade de Classificação				
	caso	Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Min. (%)	Interv. Máx./Min. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano)	A	B	C	D	E
0,03	IC 25	0,1%	210	0,2%	405	182.963	0%	0%	100%	0%	0%
0,04	IC 26	0,2%	460	0,5%	903	186.899	0%	0%	0%	100%	0%
0,04	IC 27	0,4%	684	0,7%	1.351	191.233	0%	0%	0%	100%	0%
0,41	IC 25t	1,2%	205	2,4%	398	16.403	100%	0%	0%	0%	0%
0,49	IC 26t	2,2%	394	4,3%	776	18.138	0%	100%	0%	0%	0%
0,37	IC 27t	2,8%	557	5,5%	1.104	20.079	0%	0%	0%	100%	0%

Caracterização da envoltória												
Caso	PAF	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	CTcob	aCOB
IC 25 e 25t	0,40	0,87	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	2	233	0,2
IC 26 e 26t	0,40	0,87	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	2	233	0,5
IC 27 e 27t	0,40	0,87	0	0	0	2,39	150	0,5	5,7	2	233	0,8

CASO 25 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St													CASO 26 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St													CASO 27 - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St																					
St pond.	PAF	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob			
0,29	0,64				0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,31	0,62				0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,31	0,62				0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,31	0,62				0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
0,28	0,62				0,01	0,00	0,02	0,01	0,04	0,03	0,00	0,38	0,57				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,38	0,57				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,38	0,57				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
0,27	0,60				0,01	0,00	0,02	0,01	0,04	0,04	0,00	0,35	0,59				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,35	0,59				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,35	0,59				0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00

CASO 25 térrea - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St													CASO 26 térrea - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St													CASO 27 térrea - Sensibilidade: Índice total de Sobol' - St																					
St pond.	PAF	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob	WWR	FS	AVS	AOVAHS	Upar	CTpara	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob			
0,16	0,34				0,01	0,00	0,02	0,02	0,41	0,12	0,02	0,15	0,35				0,02	0,00	0,03	0,02	0,39	0,12	0,02	0,15	0,31				0,01	0,00	0,01	0,02	0,42	0,13	0,02	0,15	0,31				0,01	0,00	0,01	0,02	0,42	0,13	0,02
0,09	0,16				0,01	0,00	0,01	0,01	0,49	0,30	0,03	0,08	0,17				0,01	0,00	0,01	0,01	0,48	0,29	0,03	0,09	0,14				0,00	0,00	0,01	0,01	0,49	0,31	0,03	0,09	0,14				0,00	0,00	0,01	0,01	0,49	0,31	0,03
0,05	0,12				0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,35	0,02	0,05	0,13				0,00	0,00	0,01	0,00	0,37	0,35	0,02	0,05	0,11				0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,36	0,02	0,05	0,11				0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,36	0,02

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A incerteza da absorção da cobertura de 10% para transmitâncias da cobertura baixa, média e alta (Ucob 0,51/2,0/5,7) acarretou incerteza no resultado (Amp_{max-min}) de 1,8%, 5,1% e 8,5%, respectivamente (casos 28t, 29t e 30t na Figura 4.31) em edifício térreo, enquanto a incerteza é de 0,2%, 0,7% e 1,3% no edifício com 10 pavimentos (casos 28, 29 e 30 na Figura 4.31).

Figura 4.31 – Incerteza local de acob para diferentes transmitâncias Ucob (IC28, 29 e30 análise J).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.1.9 Relação entre sensibilidade e incerteza

Foi identificado que a relação de proporcionalidade entre sensibilidade e incerteza (Figura 4.32) acontece na maioria dos casos, mas nem sempre maiores Índices de sensibilidade total ponderado (St pond) geram maiores amplitudes de incerteza (como em FS e Ucob da Figura 4.32), porque a sensibilidade depende da situação específica de agrupamento das variáveis independentes e do tipo de envoltória.

Figura 4.32 – Relação entre sensibilidade e incerteza.

Relação entre sensibilidade e incerteza										
Análise	Variável	St pond.	Resultados Incerteza						Amp LI LS / St pond	Maior St gera maior IC?
			caso	Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Min. (%)	Interv. Máx./Min. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano)		
A	PAF	0,15	IC 1	0,9%	1.551	1,8%	3.101	176.693	0,057	Sim
		0,27	IC 2	1,7%	3.174	3,3%	6.352	191.390	0,061	
		0,35	IC 3	2,7%	5.669	5,4%	11.355	210.809	0,077	
B	PAF	0,15	IC 4	4,3%	7.565	8,6%	15.150	176.694	0,280	Sim
		0,27	IC 5	4,0%	7.744	8,1%	15.519	191.397	0,149	
		0,35	IC 22	4,0%	8.505	8,1%	17.054	210.821	0,115	
		0,15	IC 23	1,3%	2.327	2,6%	4.656	176.693	0,086	
C	PAF	0,27	IC 24	2,5%	4.764	5,0%	9.540	191.392	0,092	Sim
		0,32	IC 6	2,5%	5.228	5,0%	10.468	207.829	0,078	
		0,20	IC 7	1,2%	2.143	2,5%	4.292	171.762	0,061	
D	PAF	0,17	IC 8	0,7%	1.108	1,4%	2.220	156.443	0,041	Sim
		0,31	IC 9	0,9%	1.529	1,8%	3.059	167.930	0,030	
		0,35	IC 10	1,7%	3.059	3,3%	6.123	185.151	0,048	
E	FS	0,35	IC 3	2,7%	5.669	5,4%	11.355	210.809	0,077	Sim
		0,63	IC 11	1,7%	2.904	3,3%	5.814	173.895	0,027	
		0,60	IC 12	2,2%	4.154	4,4%	8.315	187.370	0,037	
F	FS	0,55	IC 13	3,0%	6.167	6,0%	12.350	204.801	0,054	Sim
		0,45	IC 14	1,6%	2.725	3,2%	5.456	169.125	0,036	
		0,31	IC 15	0,8%	1.260	1,6%	2.523	155.252	0,026	
G	Upar	0,04	IC 16	0,4%	683	0,8%	1.367	176.690	0,105	Sim
		0,01	IC 17	0,2%	412	0,4%	822	191.386	0,334	
		0,00	IC 18	0,1%	197	0,2%	390	210.797	0,893	
H	aPAR	0,09	IC 19	0,6%	1.114	1,3%	2.231	176.693	0,067	Sim
		0,02	IC 20	0,4%	837	0,9%	1.675	191.389	0,201	
		0,00	IC 21	0,2%	516	0,5%	1.034	210.799	0,652	
I	Ucob	0,03	IC 25	0,1%	210	0,2%	405	182.963	0,039	Não
		0,04	IC 26	0,2%	460	0,5%	903	186.899	0,056	
		0,04	IC 27	0,4%	684	0,7%	1.351	191.233	0,086	
		0,41	IC 25t	1,2%	205	2,4%	398	16.403	0,031	
		0,49	IC 26t	2,2%	394	4,3%	776	18.138	0,045	
		0,37	IC 27t	2,8%	557	5,5%	1.104	20.079	0,074	
J	Acob	0,02	IC 28	0,1%	224	0,2%	448	189.722	0,068	Sim
		0,04	IC 29	0,3%	628	0,7%	1.257	189.721	0,083	
		0,67	IC 30	0,6%	1.216	1,3%	2.437	191.284	0,010	
		0,16	IC 28t	0,9%	162	1,8%	326	18.416	0,054	
		0,35	IC 29t	2,6%	496	5,1%	993	19.391	0,072	
		0,67	IC 30t	4,2%	981	8,5%	1.965	23.151	0,064	

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quanto a relação entre sensibilidade e incerteza, em todos os casos foi identificado que:

- quanto maior a sensibilidade total, maior é seu impacto na incerteza dos resultados na maior parte dos casos, mas nem sempre existe proporcionalidade, visto que depende da combinação das características;

- quanto melhor o nível de classificação energética, menor o impacto na incerteza dos resultados (edifícios de pior desempenho possuem maior variação nos resultados de incerteza);
- as regiões críticas quanto à classificação energética são encontradas em edifícios com desempenho médio;
- quanto menor o PAF, maior é a sensibilidade de FS;
- quanto maior o acob, maior é a incerteza de Ucob, e quanto maior o Ucob, maior é a incerteza de acob, com incertezas significativas para edifícios térreos, não verticais (chegando a 8,5% de incerteza, onde o limite de mudança de nível é de 5%);
- não é possível comparar casos com diferentes variáveis independentes, visto que a relação entre as características e os valores dos índices de sensibilidade é alterada⁶⁹.

4.2.2 GLOBAL ACUMULADA

Os resultados da propagação de incerteza global acumulada conforme sensibilidade são representados por: (a) gráfico de amplitude de incerteza (Amp_{LI-LS}); (b) curvas de densidade de probabilidade; e (c) tabela de probabilidade de classificação energética, intervalo, amplitudes e média de carga térmica. Foram 48 análises de incerteza de edifícios obtidas de 320.000 amostras (fichas individuais apresentadas no “Apêndice 5: Resultado das análises de incerteza global”). O gráfico da amplitude de incerteza (Amp_{LI-LS})⁷⁰ (Figura 4.33) demonstra a variação de 10%, 20% e 30% das entradas (PAF, FS, AVS, AOV, Uvid, Upar, aPar e CTpar), de forma acumulada⁷¹, a partir da sensibilidade, para dois formatos de edifícios (T1 e T2). Foi identificada a influência da forma do edifício na incerteza dos resultados, com destaque para a relação direta com o fator de forma (FF) do edifício, quanto a exposição da sua envoltória ao exterior.

⁶⁹ Para cada grupo de variáveis independentes é determinada uma proporção de impacto nos resultados (Si e St). Quando uma variável é retirada da análise, a proporção é redistribuída conforme a relevância das características consideradas na análise (novos valores para Si e St). Por exemplo uma análise que considerando uma variável ressonante e mais quatro características, quando a ressonante é retirada das variáveis independentes, outra relação se estabelece de relevância entre as quatro analisadas.

⁷⁰ Amp_{LI-LS} : se refere a amplitude de incerteza que considera o limite inferior (LI) e superior (LS) para 95% de confiabilidade (exclui os dados extremos máximos e mínimos).

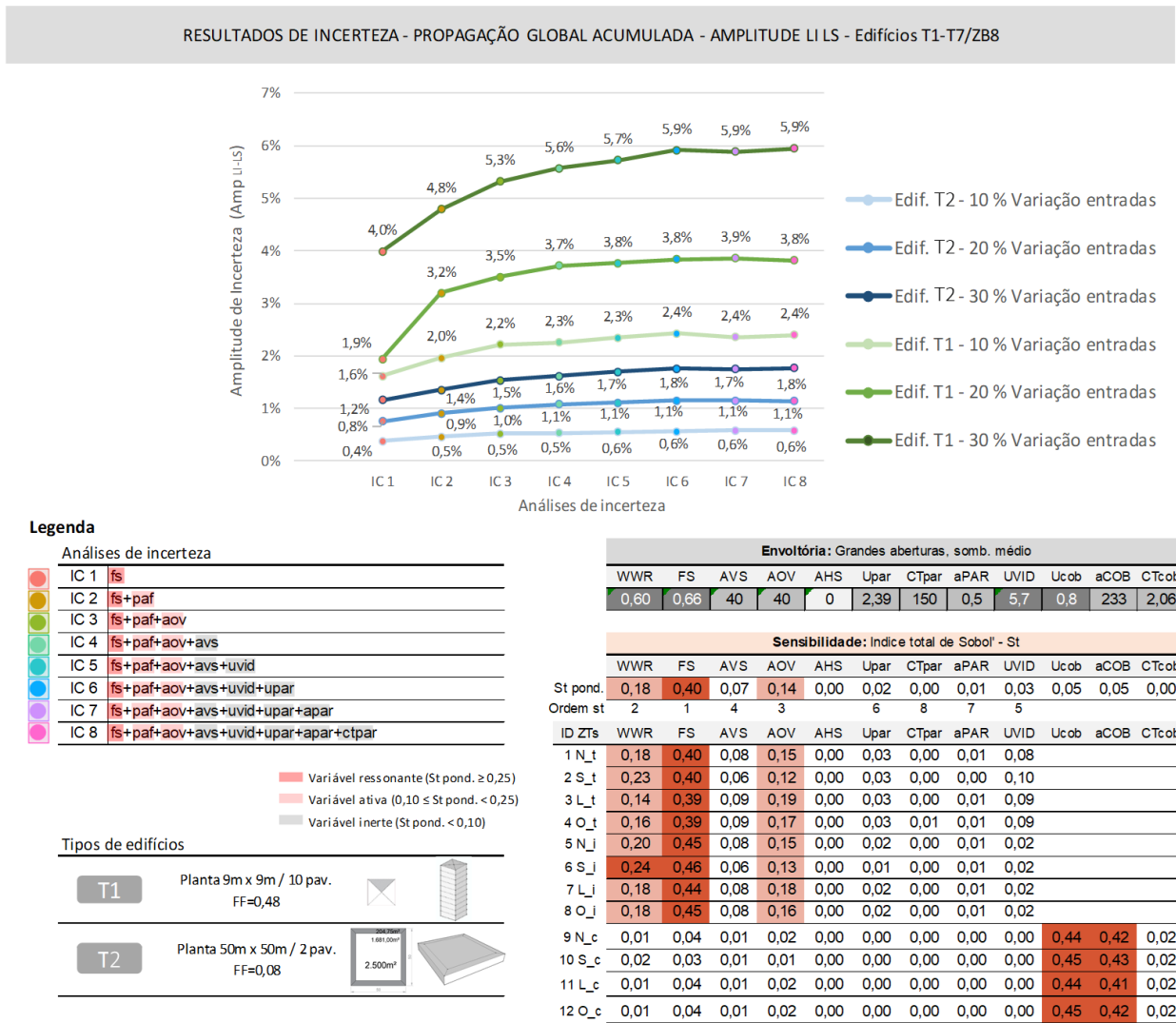
⁷¹ As variáveis são ordenadas conforme sensibilidade (do maior St ao menor), classificadas em ressonantes, ativas e inertes e propagada a incerteza considerando primeiro apenas a variável de maior sensibilidade (caso 01), em seguida é adicionada a segunda variável mais relevante (caso 2) e assim por diante, de forma cumulativa.

Maiores amplitudes de incerteza ocorreram no maior FF. O edifício T1 com maior exposição ao exterior (FF=0,48) apresentou amplitudes de até 5,9%, enquanto no edifício T2 mais robusto (FF=0,08) a amplitude não passou de 1,8%. Considerando a amplitude máxima e mínima (Ampmax-min), a incerteza máxima foi de 13,3% no edifício T1 e 3,9% no edifício T2, para variação de 30% das entradas (Figura 4.36).

As variáveis inertes não apresentaram impacto significativo na incerteza dos resultados, sendo 0,3% de influência máxima (diferença de amplitude de 5,6% para 5,9%) no edifício T1, e 0,2% (diferença de amplitude de 1,6% para 1,8%) no edifício T2. A curva de variação dos resultados se estabiliza nas variáveis inertes, em todos os casos.

As variáveis ativas PAF e AOV tiveram maior impacto nos resultados do edifício T1 para 20% e 30% de variação, sendo a influência máxima de 1,3% (diferença de amplitude de 4,0% para 5,3%) para variação de 30%; e de 0,6% (diferença de amplitude de 2,6% para 3,2%) para variação de 20% das entradas.

Figura 4.33 – Resultados de Incerteza, com gráfico de amplitude de incerteza e edif. T1-T2.



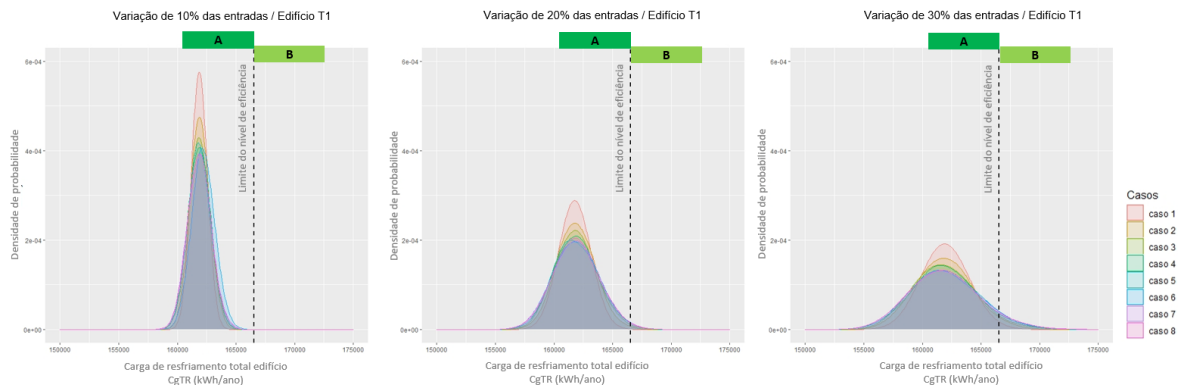
Fonte: elaborado pela autora (2023).

A distribuição das incertezas de cada caso é apresentada no gráfico de densidade de probabilidade da Figura 4.34 para o edifício T1 e Figura 4.35 para o edifício T2. Consta-se que:

- As variações de 10%, 20% e 30% influenciaram a distribuição de densidade, sendo que o pico diminui à medida que aumenta a variação, enquanto a curva é alargada (maior pico e menor largura na variação de 10% e o inverso na de 30%);
- A adição da variável de forma acumulada diminui o pico de CR, principalmente nas variáveis mais relevantes, em todas as variações das entradas (de 10%, 20% e 30%);
- Nos casos que adicionam variáveis inertes (caso 4 a 8), há estabilização da curva, com pouca alteração de distribuição;

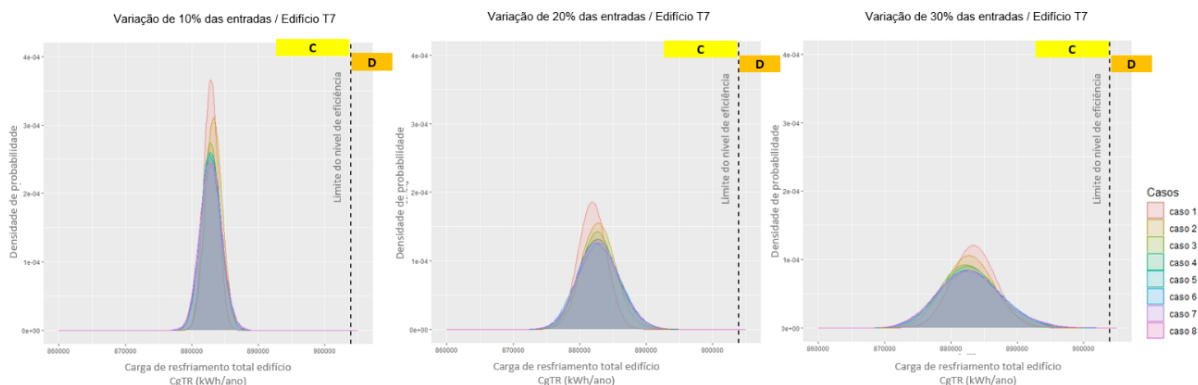
- Para edifício T1 caso 6 (com adição de Upar na propagação de incerteza), a curva se desloca, com alteração para médias maiores (na variação de 10%) e menores (na variação de 20%);
- A maior variação aumenta a probabilidade de mudança de nível de eficiência energética;
- Para edifício T1 caso 6, a adição de Upar na propagação de incerteza desloca a curva para médias maiores (na variação de 10%) e menores (na variação de 20%);
- Para o edifício T2, a média do caso 2 se desloca em relação ao caso 1, sendo para maiores médias de CgTR para variação de 10% e 20%, e menor para variação de 30% (Figura 4.35).

Figura 4.34 – Curva de densidade de probabilidade e limites de classificação energética para variações de 10%, 20% e 30% de T1.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 4.35 – Curva de densidade de probabilidade e limite de classificação energética para variação de 10%, 20% e 30% de T2.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Há probabilidade de incerteza de classificação do nível de eficiência energética (Figura 4.36) de até 6% para o edifício T1, nas variações de 20% e 30%, no intervalo de incerteza de carga térmica de 21.014 kWh/ano. Para o edifício T2 e demais casos, não

houve alteração de nível de eficiência a partir da propagação das incertezas da envoltória (Figura 4.36 e Figura 4.37).

Figura 4.36 – Resultados de Incerteza, para intervalo, amplitudes e classificação energética de T1.

Variação entradas	Análises de Incertezas	Resultados Incerteza						Probabilidade de Classificação				
		Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Mín. (%)	Interv. Máx. Mín. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano/m²)	CgTR médio (kWh/ano)	A	B	C	D	E
10%	IC 1	1,3%	2.145	2,7%	4.292	200	161.873	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 2	1,6%	2.618	3,3%	5.355	200	161.917	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 3	1,8%	2.913	3,6%	5.875	200	161.875	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 4	1,8%	2.965	3,7%	6.008	200	161.879	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 5	1,9%	3.031	3,9%	6.280	200	161.883	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 6	1,9%	3.095	4,2%	6.788	200	162.211	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 7	2,0%	3.162	3,9%	6.315	200	161.882	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 8	1,9%	3.145	4,2%	6.855	200	161.881	100%	0%	0%	0%	0%
20%	IC 1	2,6%	4.283	5,3%	8.586	200	161.786	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 2	3,2%	5.171	6,8%	10.962	200	161.876	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 3	3,5%	5.673	7,0%	11.360	200	161.881	100%	0%	0%	0%	0%
	IC 4	3,7%	6.015	7,7%	12.471	200	161.905	99%	1%	0%	0%	0%
	IC 5	3,8%	6.093	7,7%	12.472	200	161.920	99%	1%	0%	0%	0%
	IC 6	3,8%	6.221	8,3%	13.504	200	161.913	99%	1%	0%	0%	0%
	IC 7	3,9%	6.251	8,9%	14.432	200	161.915	99%	1%	0%	0%	0%
	IC 8	3,8%	6.186	8,1%	13.147	200	161.907	99%	1%	0%	0%	0%
30%	IC 1	4,0%	6.456	8,0%	12.980	200	161.950	99%	1%	0%	0%	0%
	IC 2	4,8%	7.756	9,9%	16.098	200	161.882	98%	2%	0%	0%	0%
	IC 3	5,3%	8.608	11,4%	18.508	200	161.896	96%	4%	0%	0%	0%
	IC 4	5,6%	9.027	12,3%	19.982	200	161.946	95%	5%	0%	0%	0%
	IC 5	5,7%	9.279	14,2%	22.962	200	161.988	95%	5%	0%	0%	0%
	IC 6	5,9%	9.576	13,1%	21.151	200	161.972	94%	6%	0%	0%	0%
	IC 7	5,9%	9.539	13,3%	21.520	200	161.971	94%	6%	0%	0%	0%
	IC 8	5,9%	9.632	13,0%	21.014	200	161.960	94%	6%	0%	0%	0%
% RAC	IC 9	2,0%	3.182	4,0%	6.508	200	161.875	100%	0%	0%	0%	0%
% SENS	IC 10	2,0%	3.190	3,8%	6.198	200	161.892	100%	0%	0%	0%	0%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A carga térmica do edifício T2 é consideravelmente superior ao T1 (média de 161.907 kWh/ano em T1 e de 882.880 kWh/ano em T2) e a presença das zonas internas diminui o impacto da envoltória nos resultados, sem alteração de nível. O nível “C” no edifício T2 é relacionado a carga de DPE e DPI de referência de escritórios do INI-C (compatível com nível D).

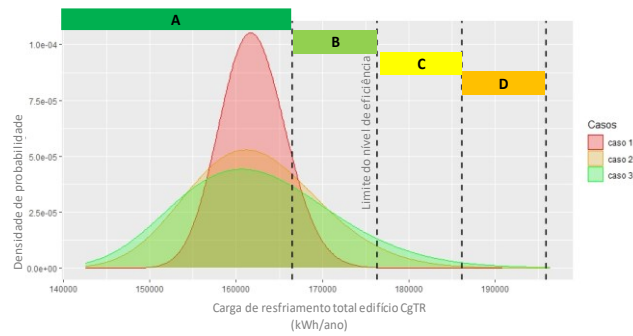
Figura 4.37: Resultados de Incerteza – Intervalo, amplitudes e classificação energética T2

Variação entradas	Análises de Incertezas	Resultados Incerteza						Probabilidade de Classificação				
		Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Mín. (%)	Interv. Máx. Mín. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano/m²)	CgTR médio (kWh/ano)	A	B	C	D	E
10%	IC 1	0,4%	3.366	0,8%	6.738	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 2	0,5%	4.060	0,9%	8.260	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 3	0,5%	4.578	1,1%	9.314	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 4	0,5%	4.700	1,1%	9.416	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 5	0,6%	4.875	1,2%	10.594	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 6	0,6%	4.958	1,2%	10.758	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 7	0,6%	5.130	1,1%	10.143	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 8	0,6%	5.090	1,2%	11.014	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
20%	IC 1	0,8%	6.645	1,5%	13.321	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 2	0,9%	7.969	1,9%	16.720	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 3	1,0%	8.924	2,0%	18.043	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 4	1,1%	9.528	2,3%	19.984	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 5	1,1%	9.813	2,2%	19.787	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 6	1,1%	10.105	2,5%	22.160	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 7	1,1%	10.107	2,6%	22.981	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 8	1,1%	10.015	2,4%	21.263	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
30%	IC 1	1,2%	10.226	2,3%	20.561	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 2	1,4%	11.957	2,8%	24.861	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 3	1,5%	13.554	3,3%	28.806	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 4	1,6%	14.312	3,6%	31.560	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 5	1,7%	14.943	4,1%	36.611	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 6	1,8%	15.553	3,9%	34.132	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 7	1,7%	15.429	3,8%	33.614	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
	IC 8	1,8%	15.655	3,9%	34.062	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
% RAC	IC 9	0,6%	4.982	1,1%	10.145	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%
% SENS	IC 10	0,6%	5.561	1,2%	10.780	353	882.880	0%	0%	100%	0%	0%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As incertezas propagadas de forma isolada de 10%, 20% e 30% na variável ressonante horas de ocupação (hOcc) são 33,1%, 28,4% e 14,4% (Amp_{max-min}) para variação de 30%, 20% e 10%, respectivamente, e causa variação de até três níveis de eficiência energética, do nível A ao nível C (Figura 4.38).

Figura 4.38 – Resultados de Incerteza 10%, 20% e 30% – Horas de ocupação (hOcc) T1.



Legenda

Análises de incerteza	
IC1 hOcc 10%	hOcc (10%)
IC2 hOcc 20%	hOcc (20%)
IC3 hOcc 30%	hOcc (30%)

- Variável ressonante (St pond. ≥ 0,25)
- Variável ativa (0,10 ≤ St pond. < 0,25)
- Variável inerte (St pond. < 0,10)

Análises de incertezas	Resultados Incerteza					Probabilidade de Classificação				
	Amp. LI LS (%)	Interv. LI LS (kWh/ano)	Amp. Máx. Min. (%)	Interv. Máx. Min. (kWh/ano)	CgTR médio (kWh/ano)	A	B	C	D	E
IC1 hOcc 10%	7,3%	11.746	14,4%	23.395	161.977	90%	10%	0%	0%	0%
IC2 hOcc 20%	14,5%	23.453	28,4%	46.090	162.291	73%	21%	2%	0%	0%
IC3 hOcc 30%	17,4%	28.258	33,1%	53.781	162.634	68%	26%	6%	94%	0%

Tipos de edifícios

T1 Planta 9m x 9m / 10 pav. FF=0,48

Descrição Envolvente											
WWR	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
0,60	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	5,7	0,8	233	2,06

St pond	Sensibilidade											
	WWR	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	Ucob	aCOB	CTcob
Ordem st	2	1	4	3	6	8	7	5				
ID ZTs	1 N_t	0,18	0,40	0,08	0,15	0,00	0,03	0,00	0,01	0,08		
	2 S_t	0,23	0,40	0,06	0,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,10		
	3 L_t	0,14	0,39	0,09	0,19	0,00	0,03	0,00	0,01	0,09		
	4 O_t	0,16	0,39	0,09	0,17	0,00	0,03	0,01	0,01	0,09		
	5 N_j	0,20	0,45	0,08	0,15	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02		
	6 S_j	0,24	0,46	0,06	0,13	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02		
	7 L_j	0,18	0,44	0,08	0,18	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02		
	8 O_j	0,18	0,45	0,08	0,16	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02		
	9 N_c	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,42	0,02
	10 S_c	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,43	0,02
	11 L_c	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,41	0,02
	12 O_c	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,42	0,02

Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.3 LIMITES DE INCERTEZA DAS ENTRADAS

4.2.3.1 Comparação de incerteza das entradas

As variações das entradas com base na sensibilidade (IC SA) foram comparadas com as definidas pelo RAC (IC RAC), para edificações com geometria exposta FF=048 (T1) e robusta FF=0,08 (T2), e envoltória com PAF 60%, FS 0,66 e AVS 40° (ENV1), conforme Figura 4.39. Foram consideradas variações de 5% para as entradas ressoantes, 10% para as ativas e 20-30% para as inertes quanto à sensibilidade, e 5% a 15% para o RAC (conforme Tabela 3.11). Constata-se que o limite definido a partir da sensibilidade possibilita menor exigência de características inertes e maior controle do processo ao focar nas poucas entradas mais relevantes.

Figura 4.39 – Limites de incertezas conforme sensibilidade x RAC.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

4.2.3.2 Incerteza entre níveis de eficiência

A análise demonstra o tratamento das incertezas das entradas quando o resultado possui risco de classificação energética. Quando a curva de incerteza é localizada na extremidade de um nível de eficiência, a restrição das entradas mais sensíveis da abordagem discriminativa se mostrou eficiente para probabilidade de resultado em apenas um nível de eficiência (saindo do risco de classificação nível B) (Figura 4.40).

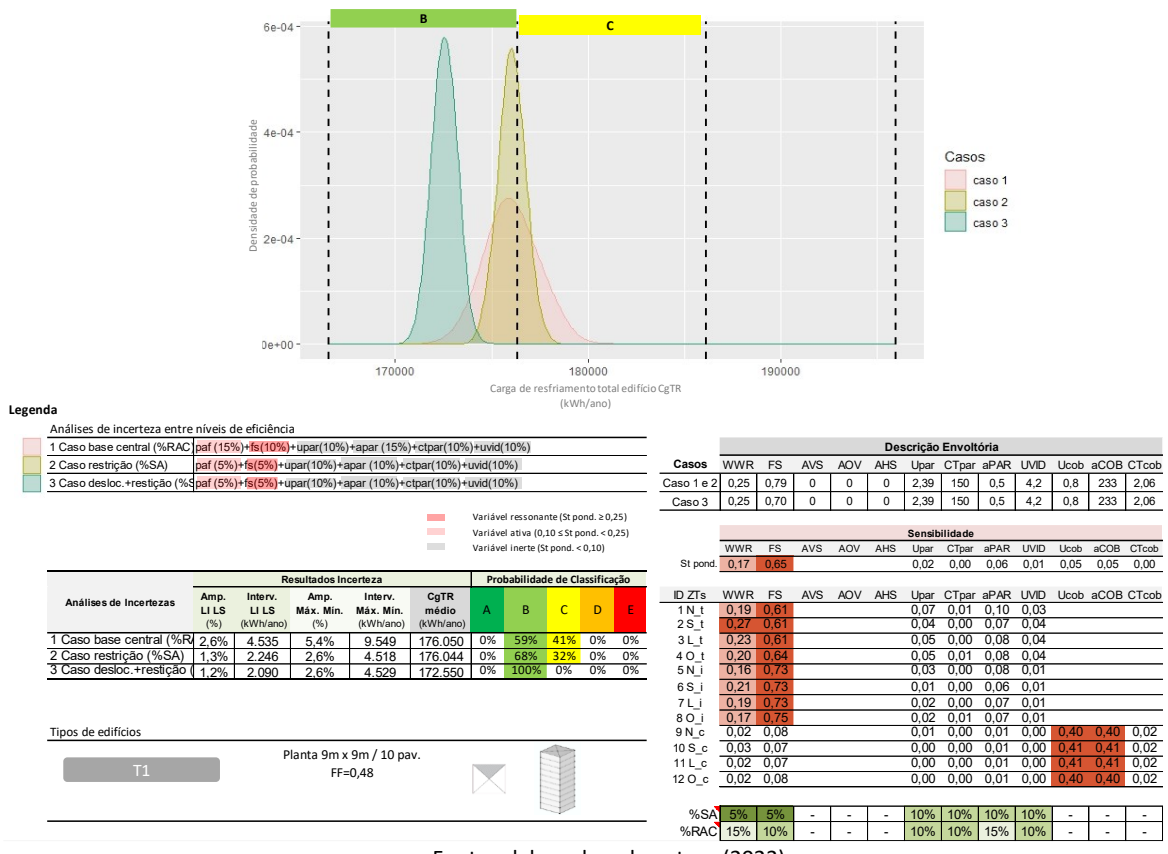
Figura 4.40 – Resultado de Incerteza entre níveis de eficiência para posição de desempenho na extremidade.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Constatou-se que, para situação de incerteza central entre níveis, apenas a restrição das entradas não é suficiente para diminuir o risco de classificação energética (caso 02 da Figura 4.41), sendo mais eficaz combinar a restrição das variáveis mais sensíveis com o deslocamento da curva de probabilidade (caso 03 da Figura 4.41), onde a variável mais sensível FS teve seu valor alterado de 0,79 para 0,70.

Figura 4.41 – Resultado de Incerteza entre níveis de eficiência para posição de desempenho central.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

É ressaltado que na abordagem determinística, largamente praticada nas avaliações de desempenho de edifícios e no RAC da INI-C, não é considerada a margem de variação do resultado em função das incertezas, mas definido um único valor como resultado, não mensurando o quanto este resultado pode estar carregando de incertezas. Isso significa, por exemplo, que para um edifício que está sendo classificado com nível “A” de eficiência energética, mas com resultado muito próximo ao limite de classificação “B”, o resultado pode estar carregando incertezas de forma a alterar a classificação, o que não é verificado ou mensurado na abordagem determinística. Isso ressalta a importância da abordagem probabilística (com curva de resultado provável) que garante resultados mais robustos e confiáveis, no controle do processo de avaliação visando atendimento de meta energética.

4.3 ASPECTOS DE APLICAÇÃO DA ABORDAGEM

A abordagem proposta pode ser implementada na avaliação de eficiência energética de edifícios, sendo útil para

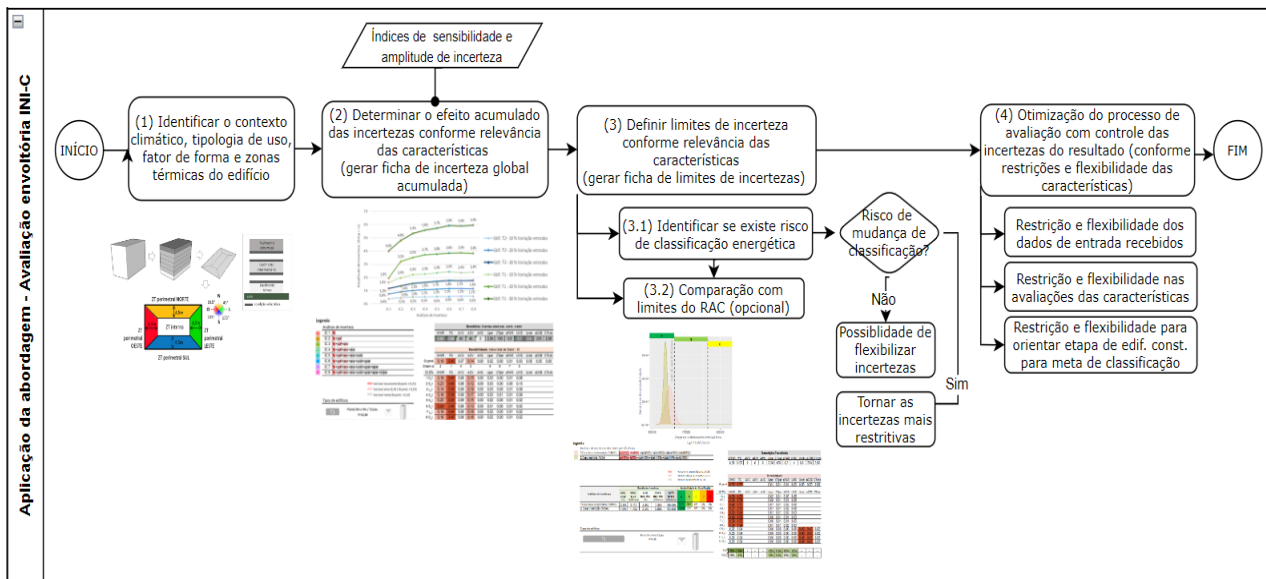
- explorar estratégias de otimização, úteis para suporte no processo projetual e ao longo do ciclo de vida das edificações;
- auxílio na execução do edifício construído (para emissão da ENCE de edifício construído), através da recomendação das características prioritárias que devem seguir com rigor a especificação de projeto, e aquelas que existe liberdade de variação durante a obra, visando não comprometer o atendimento de metas (como classificação energética);
- otimizar os procedimentos de modelagem e análises de desempenho, concentrando esforços nas variáveis mais relevantes (em edifícios novos ou retrofit de edifícios existentes);
- Suporte para procedimentos mais robustos de análise de conformidade de classificação energética (ou atendimento de metas quantificáveis), tornando as avaliações mais confiáveis e com maior credibilidade (tanto na fase de projeto como edifício construído) a partir de possibilidade de rigor da qualidade dos dados de entrada diferenciada em função da relevância das características do edifício. Por exemplo, o impacto de desconsiderar os caixilhos da área envidraçada, realizar o levantamento e mapeamento na íntegra de todas as camadas de transmitância de parede e levantamento amostral de aberturas (considerando as tolerâncias do RAC-C).

O fluxograma da Figura 4.42 demonstra aplicação da abordagem em avaliações da envoltória pela INI-C visando procedimentos mais robustos na inspeção de edifícios quanto a avaliação de conformidade de eficiência energética, a partir das etapas:

- (01) Identificar o contexto climático, tipologia, fator de forma e zonas térmicas do edifício: Consiste na caracterização geral do edifício a ser analisado (conforme item 2.4);
- (02) Determinar o efeito acumulado das incertezas conforme relevância: Consiste na aplicação da propagação de incertezas das características de forma cumulativa e por ordem de relevância, conforme procedimentos descritos no item 3.1.2 e 3.2.2. A análise de incerteza é realizada concomitantemente a análise de sensibilidade, sendo gerada ficha de incerteza global acumulada conforme exemplo da Figura 3.14, explicada no item 3.2.4.3;

- (03) Definir limites de incerteza conforme relevância das características: Esta etapa visa determinar a variação máxima das características em função de sua sensibilidade (vide item 3.2.4.4). Características de maior impacto nos resultados devem possuir maior restrição em sua variação, enquanto características inertes podem ser flexibilizadas. Deve ser identificado se o edifício possui risco de classificação energética (conforme o disposto no item 3.2.3), restringindo as incertezas quando a curva se localiza entre níveis de eficiência, e possível flexibilização nas demais situações. De forma opcional é possível utilizar os limites de variação das características indicados no RAC como parâmetro base de variação geral da carga térmica, para comparar com os limites estabelecidos conforme relevância. Nesta etapa é gerada a ficha de limites de incertezas, conforme exemplo na Figura 4.40 do item 4.2.3.2)
- (04) Identificar restrições e flexibilidade das características para otimizar a avaliação: Após identificar as restrições e flexibilidades do contexto específico do edifício para controle dos resultados de inspeção, é possível aplicá-los em relação aos documentos recebidos pelo cliente (por exemplo exigindo informações técnicas mais detalhadas de características mais relevantes e de simplificando os dados para características inertes), priorizar as atividades de inspeção (dedicando mais tempo na análise de características mais importantes no desempenho). Além disso o relatório de inspeção pode indicar as recomendações para etapa de edifício construído visando atendimento a meta de classificação energética (indicando quais características não podem ser alteradas em obra com risco de mudança de nível e quais são flexibilizadas). A abordagem probabilística permite identificar quando o resultado está próximo a limites de classificação de eficiência e sua margem de confiabilidade, ao passo que a determinística é mais limitada neste aspecto.

Figura 4.42 – Fluxograma demonstrando aplicação da abordagem - Avaliação envoltória INI-C.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

O fluxograma de etapas depende do objetivo da abordagem, por exemplo é possível explorar na aplicação por consultor, o campo de soluções através da identificação das características mais relevantes, aplicando filtros por clima, tipologia de uso, geometria e tipo de envoltória (conforme características ressonantes e inertes) na análise de sensibilidade para nortear diretrizes projetuais e avaliação energética.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a abordagem com prioridades pode simplificar as avaliações de desempenho energético sem comprometer a acuracidade, uma vez que se determine as sensibilidades das entradas por meio de um metamodelo para discriminá-las.

A **operacionalização da abordagem** com o metamodelo RNA INI-C, com análises de sensibilidade global e propagação de incertezas, apresenta potencial de uso. É acessível quanto a recursos computacionais e tempo de execução, uma vez que o metamodelo INI-C permite grande celeridade na obtenção dos resultados atrelado ao uso de scripts em linguagem R. A sistematização por meio das fichas pode servir de base para um protocolo porque possibilitam o acompanhamento e controle do processo, com caracterização de entrada, sensibilidade e incerteza geradas. O método global de Sobol' e amostras de baixa discrepância confirmaram a robustez para identificar a hierarquia de importância e interações entre as características. O procedimento pode ser empregado na avaliação por zonas térmicas assim como em edifícios completos, cobrindo desde questões pontuais de decisões projetuais a emissão de etiquetas.

A **discriminação das características da edificação por relevância no desempenho energético** é necessária porque o comportamento da sensibilidade depende das faixas, variação e combinação entre as variáveis. Foram encontrados comportamentos distintos de sensibilidade. No clima quente úmido de Natal/RN, são poucas as características com impacto alto, como o PAF, FS e sombreamento para o clima de Natal/RN, enquanto as características de parede (Upar, aPAR, CTpar) se tornam influentes apenas na situação de PAF e FS baixos (PAF10%), e inerte nos demais casos. As combinações geradas destacam as interdependências relacionando os efeitos das características ressonantes com suas faixas.

Confirmou-se a **relação entre sensibilidade das variáveis e incertezas nos resultados**: entradas mais sensíveis geram maior incerteza, com raras exceções. Não é proporcional, uma vez que há entradas com sensibilidade (St) de 0,15 que podem resultar em incerteza de 0,9% ou 4,3% (intervalo de variação de 3.101kWh/ano ou 15.150 kWh/ano), a depender da combinação das características.

A integração de análises de sensibilidade e incerteza se mostrou necessária para priorização das características mais importantes da modelagem porque, embora sejam similares quanto aos procedimentos de determinação, a de sensibilidade indica as prioridades enquanto a de incerteza quantifica seu impacto na acuracidade. A análise de sensibilidade parte de um universo para indicar as entradas mais relevantes quando comparadas entre si, porém não é suficiente para quantificar o impacto absoluto, como na análise de incerteza. Por outro lado, a análise de incerteza requer a pré-definição da variação das entradas e o processamento depende da quantidade de entradas e o foco nas mais importantes.

O **efeito acumulado das incertezas das variáveis** comprovou o impacto das características ressonantes e a irrelevância das inertes. Foi identificada estabilização da incerteza dos resultados nas variáveis inertes, demonstrando o potencial de flexibilizar o tratamento de características que pouco contribuem no desempenho. A relação da incerteza com a geometria do edifício é influenciada pela interação e depende do contexto, sendo vista importância do controle dos resultados principalmente em edifícios com maior exposição (maior fator de forma).

Quanto à propagação das incertezas das características mais sensíveis nos resultados de carga térmica de resfriamento e classificação do nível de eficiência energética da envoltória da INI-C, constatou-se que:

- O impacto de uma mesma característica varia conforme sua combinação com as demais características da envoltória e geometria;
- A incerteza dos resultados é proporcional a sua sensibilidade das características e pode ser usado para controlar a incerteza, salvo algumas exceções;
- A propagação de incerteza integrada a análise de sensibilidade evidenciou que a interação (St-Si) colabora na identificação da relevância das prioridades e propagação de erro - é maior a propagação de incerteza nos resultados nos casos com maiores interações entre as variáveis;
- O nível de desempenho e a incerteza nos resultados se relacionam: edifícios de pior desempenho (com maior CgTR e pior nível de classificação de envoltória pelo INI-C) possuem maior variação de incerteza nos resultados do que edifícios

com melhor desempenho (menor CgTR e melhor classificação energética da envoltória);

- O aumento do fator de forma (FF) também aumenta o impacto das incertezas das características de envoltória;
- Foi demonstrado no contexto climático analisado que as características inertes podem variar em até 30% sem comprometer o resultado, enquanto a tolerância máxima prevista no RAC, sem distinção, é 15%.

Quanto a **relação das incertezas das variáveis de entrada com a classificação energética admissíveis no RAC INI-C** foi observada que a classificação de eficiência energética é influenciada pelo valor das incertezas e pela posição que ocupa na faixa de classificação. Quando a incerteza ultrapassa o limite entre níveis existe risco de comprometimento de classificação energética, e quanto mais se aproxima dos limites mais importante se torna reduzir as incertezas. O tratamento das incertezas das entradas através da abordagem discriminativa se mostrou eficiente quando a incerteza é localizada na extremidade de um nível de eficiência, porém não se mostra suficiente para diminuir o risco de classificação energética quando a incerteza é central entre dois níveis. O controle das incertezas depende da faixa de classificação. Edifícios com pior nível de desempenho (extremamente nível E) ou melhor nível (extremamente nível A) possibilitam a redução do rigor das entradas porque que não existe risco de classificação. Por isso, é recomendado o mapeamento do risco de classificação em cada caso específico, por meio da abordagem probabilística proposta.

Características de envoltória ocasionaram impacto nos resultados de CgTR superiores a 5%, enquanto o parâmetro da INI-C para mudança de nível de eficiência foi de 5%⁷². Em situações críticas, com desempenho médio e faixa de variação do resultado entre dois níveis, torna-se relevante considerar as incertezas para classificação energética. Parâmetros muito influentes (como hOcc) foram fixados no INI-C, restringindo a incerteza dos resultados, visto o impacto considerável destes, com mudança de até três níveis de eficiência nos resultados.

⁷² O percentual de 5% representa o coeficiente "i", no contexto do grupo climático de Natal/RN e FF analisado. O critério se altera conforme descrito no item 2.2.1.

O trabalho demonstra o potencial da abordagem probabilística nas avaliações energéticas de edifícios melhorando a confiabilidade dos resultados obtidos, e o quanto a abordagem determinística, mais difundida, pode carregar incertezas que não estão sendo apresentadas nem mensuradas nas avaliações.

As principais limitações do trabalho são:

- Limitações do recorte da pesquisa, como clima (apenas contexto climático de Natal/RN), tipologia de uso (apenas edifícios de escritório condicionados) combinações de características, geometria, orientação (apenas norte, sul, leste e oeste⁷³) e o metamodelo (apenas INI-C), e as de incertezas de cenário, algoritmos ou operacionais.;
- As incertezas foram assumidas como percentuais de variação com distribuição normal, representando conjuntamente incertezas físicas (imprecisão das propriedades térmicas e físicas), incertezas de modelagem e levantamento e incertezas de especificação;
- Recorte dos métodos estatísticos, em virtude das complexidades das análises;
- Limites estatísticos dos métodos de análise de sensibilidade e incertezas referente ao (método de Sobol' integrado ao algoritmo do metamodelo INI-C.

São identificadas as oportunidades de pesquisa:

- Aplicação do método proposto em outros contextos climáticos, em diferentes tipologias de uso, outras geometrias de edifícios e diferentes variáveis;
- Análise de propagação de incerteza em diferentes fontes de incertezas, como de cenário, incertezas projetuais, mudanças climáticas, diferentes algoritmos ou operacionais.
- Investigar no fluxo do processo de etiquetagem a redução de necessidade de fornecimento de dados de entrada e a otimização do tempo de análise a partir da aplicação da abordagem com prioridades.

⁷³ O recorte das análises com orientação das zonas térmicas em norte sul leste e oeste (apesar do metamodelo considerar toda variação de azimute) não impactou os resultados de sensibilidade, uma vez que no contexto climático em questão (e sua trajetória solar) este não foi um fator dominante para diferenciação dos resultados de sensibilidade (conforme item 4.1).

- A abordagem proposta pode ser desdobrada em ferramenta e ser aplicada juntamente aos resultados de classificação energética da INI-C, para abordagem probabilística mais robusta em vez de determinística atualmente em vigor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANZI, A.; SEO, D.; KRARTI, M. Impact of building shape on thermal performance of office buildings in Kuwait. **Energy Conversion and Management**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 822–828, 2009. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196890408003610>. Acesso em: 11 nov. 2020.

ASHRAE. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. ASHRAE Standard 90.1–2016**. Atlanta: [s. n.], 2016.

ATTIA, S. *et al.* Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 49, p. 2–15, 2012. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

BAKER, N. v. **The LT Method 2.0 - An energy design tool for non-domestic buildings**. Cambridge Architectural Research Limited: Royal Institute of British Architects, 1994.

BAVARESCO, M. *et al.* Análise da precisão de um metamodelo para a avaliação da envoltória de acordo com o regulamento brasileiro de eficiência energética em edificações. *Em: , 2017, Balneário Camboriú. Anais [...]. Balneário Camboriú: Conference: XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2017. p. 1308–1317. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.*

BAVARESCO, M. *et al.* Análise de sensibilidade do metamodelo da etiquetagem brasileira: edificações comerciais. *Em: , 2018, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu: • Conference: XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2018. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.*
https://www.researchgate.net/publication/330425149_ANALISE_DE_SENSIBILIDADE_DO_METAMODELO_DA_ETIQUETAGEM_BRASILEIRA_EDIFICACOES_COMERCIAIS?enrichId=rgreq-e8adf45763c12c06af22765cf3bbb5bb-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMzMDQyNTE0OTtBUzo3MTU3NTY3NzgwMzcyNT
R. Acesso em: 8 jun. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 2, de 4 de junho de 2014**. 2014.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de Outubro de 2001. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências: Diário Oficial da União Seção 1 - 18/10/2001**: 2001.

BRASIL. **PORTARIA Nº 309, DE 6 DE SETEMBRO DE 2022: Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) para a Eficiência Energética das Edificações Comerciais (INI-C) , de Serviços e Públicas e Residenciais (INI-R)**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2022.

BRASIL. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, I. E. C. E.: Inmetro 2010.**: 2010. Disponível em: Acesso em: 14 dez. 2020.

BRASIL. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, I. E. C. E.: Inmetro 2010.**: BRASIL, 2012.

BRE, F.; ROMAN, N.; FACHINOTTI, V. D. An efficient metamodel-based method to carry out multi-objective building performance optimizations. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 206, p. 109576, 2020. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

BURHENNE, S. *et al.* Uncertainty quantification for combined building performance and cost-benefit analyses. **Building and Environment**, [s. l.], v. 62, p. 143–154, 2013. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2020.

CABRERA, J. M. *et al.* Performance of various thin concrete slabs under projectile impact: Sobol’s sensitivity analysis with aid of metamodels. **Thin-Walled Structures**, [s. l.], v. 172, p. 108739, 2022. Disponível em: Acesso em: 11 jul. 2023.

CAMPOLONGO, F.; CARIBONI, J.; SALTELLI, A. An effective screening design for sensitivity analysis of large models. **Environmental Modelling and Software**, [s. l.], v. 22, n. 10, p. 1509–1518, 2007. Disponível em: Acesso em: 17 fev. 2020.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais**. 2008. - Universidade Federal

de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91026>. Acesso em: 3 nov. 2020.

CARPINO, C. *et al.* Uncertainty and sensitivity analysis to moderate the risks of energy performance contracts in building renovation: A case study on an Italian social housing district. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 379, p. 134637, 2022. Disponível em: Acesso em: 11 jul. 2023.

CATALINA, T.; VIRGONE, J.; IORDACHE, V. STUDY ON THE IMPACT OF THE BUILDING FORM ON THE ENERGY CONSUMPTION. *Em: , 2011, Sydney. (Proceedings of Building Simulation 2011: & S. 14-1 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Org.)***Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association.** Sydney: [s. n.], 2011. p. 1726–1729. Disponível em: Acesso em: 9 nov. 2020.

CB3E. **Manual INI-C Definições.** Florianópolis: [s. n.], 2022.

CB3E, C. B. de E. E. em E. **Manual para Aplicação do RTQ-C.** [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: Acesso em: 3 jan. 2021.

CB3E. **Proposta de método para a avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas.** Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/2018-09-25-INI-R - Versão02.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2019.

CBCS. **Benchmarking de Edifícios Públicos - Relatório Técnico de desenvolvimento de Benchmarks. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. 2017.** São Paulo: [s. n.], 2017.

CBCS. **Benchmarking de escritórios corporativos e recomendações para certificação DEO no Brasil. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. 2016.** [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/benchmarking-energia/show.asp?ppgCode=AE558B93-7D49-85E1-112D-BD7BA012F7B9>. Acesso em: 13 dez. 2020.

CHANEY, J.; HUGH OWENS, E.; PEACOCK, A. D. An evidence based approach to determining residential occupancy and its role in demand response management.

Energy and Buildings, [s. l.], v. 125, p. 254–266, 2016. Disponível em: Acesso em: 20 fev. 2020.

CHEN, S. *et al.* **A review of internal and external influencing factors on energy efficiency design of buildings**. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778819329391>. Acesso em: 20 nov. 2020.

CHEN, J. *et al.* Uncertainty analysis of thermal comfort in a prototypical naturally ventilated office building and its implications compared to deterministic simulation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 146, p. 283–294, 2017. Disponível em: Acesso em: 2 mar. 2020.

CHONG, A.; XU, W.; LAM, K. P. Uncertainty analysis in building energy simulation: a practical approach. **International IBPSA Building Simulation Conference**, [s. l.], 2016. Disponível em: Acesso em: 2 mar. 2020.

CORGNATI, S. P. *et al.* Reference buildings for cost optimal analysis: Method of definition and application. **Applied Energy**, [s. l.], v. 102, p. 983–993, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261912004394>. Acesso em: 13 nov. 2020.

CORRADO, V.; MECHRI, H. E. Uncertainty and Sensitivity Analysis for Building Energy Rating. **Journal of Building Physics**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 125–156, 2009. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1744259109104884>. Acesso em: 2 abr. 2019.

D'AMICO, B.; POMPONI, F. A compactness measure of sustainable building forms. **Royal Society Open Science**, [s. l.], v. 6, n. 6, p. 181265, 2019. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.181265>. Acesso em: 9 nov. 2020.

DE WILDE, P. The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 41, p. 40–49, 2014. Disponível em: Acesso em: 22 mar. 2022.

DE WILDE, P.; TIAN, W. Predicting the performance of an office under climate change: A study of metrics, sensitivity and zonal resolution. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 42, n. 10, p. 1674–1684, 2010. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2020.

DEB, C.; LEE, S. E. Determining key variables influencing energy consumption in office buildings through cluster analysis of pre- and post-retrofit building data. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 159, p. 228–245, 2018. Disponível em: Acesso em: 13 jul. 2023.

DELGARM, N. *et al.* Sensitivity analysis of building energy performance: A simulation-based approach using OFAT and variance-based sensitivity analysis methods. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 15, p. 181–193, 2018. Disponível em: Acesso em: 7 abr. 2022.

DEPECKER, P. *et al.* Design of buildings shape and energetic consumption. **Building and Environment**, [s. l.], v. 36, n. 5, p. 627–635, 2001. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

DIAS, A. R. D. *et al.* O Processo de Criação de Organismos de Inspeção Acreditados (OIAS) na Área de Eficiência Energética de Edifícios em Três Universidades Federais. *Em: , 2012, Juiz de Fora / MG. (Anais do XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Org.)XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora / MG: [s. n.], 2012. p. 2617–2627. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/6402941/alice-ruck-drummond-dias>. Acesso em: 8 jun. 2020.*

EGAN, J. *et al.* Definition of a useful minimal-set of accurately-specified input data for Building Energy Performance Simulation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 165, p. 172–183, 2018. Disponível em: Acesso em: 7 abr. 2022.

EISENHOWER, B. *et al.* Uncertainty and sensitivity decomposition of building energy models. **Journal of Building Performance Simulation**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 171–184, 2012. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19401493.2010.549964>. Acesso em: 10 set. 2019.

EKSTRÖM, T. *et al.* Evaluating the impact of data quality on the accuracy of the predicted energy performance for a fixed building design using probabilistic energy

performance simulations and uncertainty analysis. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 249, 2021.

EKSTRÖM, T. *et al.* Proposed method for probabilistic risk analysis using building performance simulations and stochastic parameters. **E3S Web of Conferences**, [s. l.], v. 172, p. 25005, 2020. Disponível em: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/32/e3sconf_nsb2020_25005/e3sconf_nsb2020_25005.html. Acesso em: 21 mar. 2022.

ENERGYPLUS. **Auxiliary EnergyPlus Programs: Extra programs for EnergyPlus**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: Acesso em: 14 dez. 2020.

ESTEVES, A. *et al.* Building Shape that Promotes Sustainable Architecture. Evaluation of the Indicative Factors and Its Relation with the Construction Costs. **Scientific & Academic Publishing**, Mendoza, Argentina, 2018. Disponível em: <http://article.sapub.org/10.5923.j.arch.20180804.01.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FONSECA, R. W. da *et al.* Avaliação do desempenho termoenergético de modelos de referência de escritórios elaborados com base em levantamento de características construtivas nacionais. *Em: , 2016, São Paulo. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. São Paulo: [s. n.], 2016. p. 1853–1866. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308698471_Avaliacao_do_desempenho_termoenergetico_de_modelos_de_referencia_de_escritorios_elaborados_com_base_e_m_levantamento_de_caracteristicas_construtivas_nacionais. Acesso em: 13 dez. 2020.

FOSSATI, M. *et al.* Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 65, p. 1216–1231, 2016. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.

FÜRBRINGER, J.-M.; ROULET, C.-A. Confidence of simulation results: put a sensitivity analysis module in your MODEL: The IEA-ECBCS Annex 23 experience of model evaluation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 61–71, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778898000462>. Acesso em: 10 set. 2019.

GERALDI, M. S. *et al.* Assessment of the energy consumption in non-residential building sector in Brazil. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 273, p. 112371, 2022. Disponível em: Acesso em: 13 jul. 2023.

GEYER, P.; SCHLÜTER, A. Automated metamodel generation for Design Space Exploration and decision-making - A novel method supporting performance-oriented building design and retrofitting. **Applied Energy**, [s. l.], v. 119, p. 537–556, 2014. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

GIACOMIN, R. F. Eficiência energética das tipologias representativas de edifícios residenciais de um bairro à luz do PBE Edifica. [s. l.], 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/9492>. Acesso em: 2 nov. 2020.

HEIJMANS, N.; WOUTERS, P.; LONCOUR, X. Assessment of innovative ventilation in the framework of the EPBD-A probabilistic approach. RESHYVENT project. **Building and Environment**, [s. l.], v. 43, n. 8, p. 1354–1360, 2008. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

HEISELBERG, P. *et al.* Application of sensitivity analysis in design of sustainable buildings. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 34, n. 9, p. 2030–2036, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148109000640>. Acesso em: 10 set. 2019.

HEMSATH, T. L.; ALAGHEBAND BANDHOSSEINI, K. Sensitivity analysis evaluating basic building geometry's effect on energy use. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 76, p. 526–538, 2015. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

HENSEN, J.; LAMBERTS, R. Introduction to building performance simulation. **Building Performance Simulation for Design and Operation**, [s. l.], 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/254848346_Introduction_to_building_performance_simulation. Acesso em: 14 dez. 2020.

HONG, T.; LANGEVIN, J.; SUN, K. Building simulation: Ten challenges. **Building Simulation**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 871–898, 2018. Disponível em: Acesso em: 3 abr. 2022.

HOPFE, C. J.; HENSEN, J. L. M. Uncertainty analysis in building performance simulation for design support. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 43, n. 10, p. 2798–2805, 2011. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

IEA, I. energy agency. **Perfil de Eficiência Energética no Brasil - IEA**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.iea.org/articles/e4-country-profile-energy-efficiency-in-brazil>. Acesso em: 24 mar. 2022.

IMAM, S.; COLEY, D. A.; WALKER, I. The building performance gap: Are modellers literate?. **Building Services Engineering Research and Technology**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 351–375, 2017. Disponível em: Acesso em: 21 mar. 2022.

JAIN, N. *et al.* **Impacts of uncertainty in energy modelling widely used in aggressive energy efficiency regulations**. [S. l.]: International Building Performance Simulation Association, 2015. Disponível em: <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/impacts-of-uncertainty-in-energy-modelling-widely-used-in-aggress>. Acesso em: 10 set. 2019.

JAIN N. (NISHESH); RAMALLO-GONZALEZ A. (ALFONSO); NATARAJAN S. (SUKUMAR). Impacts of uncertainty in energy modelling widely used in aggressive energy efficiency regulations. **30th International PLEA Conference sustainable habitat for developing societies**, India, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322953263_Effects_of_Aggressive_Energy_Efficiency_Regulations_on_an_Unprepared_Building_Sector_using_Uncertainty_Analysis. Acesso em: 10 set. 2019.

JANSEN, M. J. W. Analysis of variance designs for model output. **Computer Physics Communications**, [s. l.], v. 117, n. 1, p. 35–43, 1999a.

JANSEN, M. J. W. Analysis of variance designs for model output. **Computer Physics Communications**, [s. l.], v. 117, n. 1, p. 35–43, 1999b. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

JAVANROODI, K.; NIK, V. M.; MAHDAVINEJAD, M. A novel design-based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high-rise office buildings in urban areas. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 49, p. 101597, 2019. Disponível

em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210670719304068>. Acesso em: 20 nov. 2020.

KÄMPF, J. H.; ROBINSON, D. Optimisation of building form for solar energy utilisation using constrained evolutionary algorithms. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 807–814, 2010. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778809003156>. Acesso em: 12 nov. 2020.

KHEIRI, F. **A review on optimization methods applied in energy-efficient building geometry and envelope design**. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2018. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

LAMBERTS, R. *et al.* **Relatório de desenvolvimento de modelos de referência para edificações de escritórios - relatório interno: RI 09/2015 Convênio ECV DTP 001/2012 Eletrobrás/UFSC**. Florianópolis – SC: [s. n.], 2015. Disponível em: http://cbcs2.hospedagemdesites.ws/website/download_restrict.asp?fsfCode=CB7DA8CF-AA62-A159-4956-DA97DC3A2326. Acesso em: 13 dez. 2020.

LIMA, R. V. dos S. **Modos projetuais de simulação: uso de ferramentas de simulação térmica no processo projetual de arquitetura**. 2012. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/12302>. Acesso em: 18 jan. 2021.

LOPES, A. do C. P. *et al.* Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 66, p. 207–219, 2016. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.

LOPES, M. N.; LAMBERTS, R. Development of a metamodel to predict cooling energy consumption of HVAC systems in office buildings in different climates. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 12, 2018. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

LOUKAIDOU, K.; MICHPOULOS, A.; ZACHARIADIS, Th. Nearly-zero Energy Buildings: Cost-optimal Analysis of Building Envelope Characteristics. **Procedia Environmental Sciences**, [s. l.], v. 38, p. 20–27, 2017. Disponível em: Acesso em: 14 jun. 2020.

LYLYKANGAS, K. Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand . *Em: ,* 2009. (Garmisch-Partenkirchen, Org.) **Paper presented at International Forum Timber Construction 09**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <https://docplayer.net/11813229-Shape-factor-as-an-indicator-of-heating-energy-demand.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MADUTA, C. *et al.* Towards a decarbonised building stock by 2050: The meaning and the role of zero emission buildings (ZEBs) in Europe. **Energy Strategy Reviews**, [s. l.], v. 44, p. 101009, 2022. Disponível em: Acesso em: 14 jul. 2023.

MAGNIER, L.; HAGHIGHAT, F. Multiobjective optimization of building design using TRNSYS simulations, genetic algorithm, and Artificial Neural Network. **Building and Environment**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 739–746, 2010. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132309002091>. Acesso em: 12 nov. 2020.

MALTAIS, L. G.; GOSELIN, L. Daylighting ‘energy and comfort’ performance in office buildings: Sensitivity analysis, metamodel and pareto front. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 14, p. 61–72, 2017. Disponível em: Acesso em: 11 jul. 2023.

MARA, T. A.; JOSEPH, O. R. Comparison of some efficient methods to evaluate the main effect of computer model factors. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, [s. l.], v. 78, n. 2, p. 167–178, 2008. Disponível em: Acesso em: 17 fev. 2020.

MAWSON, V. J.; HUGHES, B. R. Deep learning techniques for energy forecasting and condition monitoring in the manufacturing sector. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 217, p. 109966, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109966>. Acesso em: 24 mar. 2022.

MAZZAFERRO, L. **Metamodelo de Redes Neurais Artificiais da INI-C - Prediction Script**. Florianópolis: LABEEE, 2018.

MELO, A. P. *et al.* A novel surrogate model to support building energy labelling system: A new approach to assess cooling energy demand in commercial buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 131, p. 233–247, 2016. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

MELO, A. P. *et al.* Assessing the accuracy of a simplified building energy simulation model using BESTEST: The case study of Brazilian regulation. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 45, p. 219–228, 2012. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.

MELO, A. P. **Desenvolvimento de um modelo simplificado para estimar o consumo de energia de edificações comerciais através da aplicação de redes neurais**. 2012a. - Universidade Federal de Santa Catarina/ SC, Florianópolis, 2012. Disponível em: www.tue.nl/taverne. Acesso em: 9 jun. 2020.

MELO, A. P. **Desenvolvimento de um modelo simplificado para estimar o consumo de energia de edificações comerciais através da aplicação de redes neurais**. 2012b. - Universidade Federal de Santa Catarina/ SC, Florianópolis, 2012. Disponível em: www.tue.nl/taverne.

MORRIS, M. D. Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. **Technometrics**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 161–174, 1991. Disponível em: Acesso em: 17 fev. 2020.

MOUJAHED, M. *et al.* Comparative energy performance evaluation and uncertainty analysis of two building archetype development methodologies: A case study of high-rise residential buildings in Qatar. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 276, p. 112535, 2022. Disponível em: Acesso em: 11 jul. 2023.

NEALE, J. *et al.* Accurate identification of influential building parameters through an integration of global sensitivity and feature selection techniques. **Applied Energy**, [s. l.], v. 315, p. 118956, 2022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261922003683>. Acesso em: 12 abr. 2022.

OH, J. H.; SUNG, J. E.; KIM, S. S. Development of window design guideline and tools for early stage decision support. *Em: ,* 2017. **Energy Procedia**. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2017. p. 991–996. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

OLIVEIRA, A.; PEDRINI, A. Thermal performance of highly glazed office buildings in the tropics: contradicting architect's expectations. **Energy and Buildings**, [s. l.], p. 113344, 2023. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778823005741>. Acesso em: 16 jul. 2023.

OLU-AJAYI, R. *et al.* Machine learning for energy performance prediction at the design stage of buildings. **Energy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 66, p. 12–25, 2022. Disponível em: Acesso em: 24 mar. 2022.

ØSTERGÅRD, T.; JENSEN, R. L.; MAAGAARD, S. E. Early Building Design: Informed decision-making by exploring multidimensional design space using sensitivity analysis. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 142, p. 8–22, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817306916>. Acesso em: 10 set. 2019.

ØSTERGÅRD, T.; JENSEN, R. L.; MAAGAARD, S. E. Early Building Design: Informed decision-making by exploring multidimensional design space using sensitivity analysis. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 142, p. 8–22, 2017a. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778817306916>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ØSTERGÅRD, T.; JENSEN, R. L.; MAAGAARD, S. E. Early Building Design: Informed decision-making by exploring multidimensional design space using sensitivity analysis. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 142, p. 8–22, 2017b. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

OURGHI, R.; AL-ANZI, A.; KRARTI, M. A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings. **Energy Conversion and Management**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 300–305, 2007. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

PANG, Z. *et al.* **The role of sensitivity analysis in the building performance analysis: A critical review**. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2020. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2020.

PEDRINI, A. **Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate**. 2003. 300 f. - University of Queensland, Brisbane, 2003.

PEDRINI, Aldomar. **Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate** Aldomar Pedrini, Bachelor of Engineering (Mechanical), Master in Engineering (Civil). [S. l.: s. n.], 2003. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

PEDRINI, A.; SZOKOLAY, S. Recomendações para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte às primeiras decisões projetuais visando ao desempenho energético de edificações de escritório em clima quente. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 05, p. 39–54, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237510103_Recomendacoes_para_o_desenvolvimento_de_uma_ferramenta_de_suporte_as_primeiras_decisoes_projetuais_visando_ao_desempenho_energetico_de_edificacoes_de_escritorio_em_clima_quente. Acesso em: 14 jun. 2020.

PESENLEHNER, W.; MAHDAVI, A. **Building morphology, transparence, and energy performance**. Eindhoven, Netherlands: [s. n.], 2003. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

PETERSEN, S.; KRISTENSEN, M. H.; KNUDSEN, M. D. Prerequisites for reliable sensitivity analysis of a high fidelity building energy model. **Energy and Buildings**, [s. l.], 2019.

POEHLS, L. B. **Energy Assessment in Early Architectural Design Stages Framework and Validation Methodology for Architect-friendly Computational Energy Assessment**. 2017. - Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: Acesso em: 25 maio 2020.

PRATAVIERA, E. *et al.* Evaluation of the impact of input uncertainty on urban building energy simulations using uncertainty and sensitivity analysis. **Applied Energy**, [s. l.], v. 311, p. 118691, 2022. Disponível em: Acesso em: 11 jul. 2023.

PUJOL, G.; IOOSS, B.; JANON, A. **R Package “sensitivity” - A collection of functions for factor screening, global sensitivity analysis and reliability sensitivity analysis of model output**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/>. Acesso em: 14 out. 2015.

RACKES, A. **Natural Comfort – a new early stage design tool** . [S. l.]: Drexel University, 2016. Disponível em: www.bseg.cae.drexel.edu/natural-comfort-a-new-early-stagedesign-tool/. Acesso em: 9 jun. 2020.

RAJI, B.; TENPIERIK, M. J.; VAN DEN DOBBELSTEEN, A. Early-stage design considerations for the energy-efficiency of high-rise office buildings. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 9, n. 4, 2017. Disponível em: Acesso em: 9 nov. 2020.

RINGEL, G.; CAPELUTO, I. G. An energetic profile for greener buildings. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 61, p. 102171, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221067072030158X>. Acesso em: 20 nov. 2020.

RIVALIN, L. *et al.* A comparison of methods for uncertainty and sensitivity analysis applied to the energy performance of new commercial buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 166, p. 489–504, 2018. Disponível em: Acesso em: 28 fev. 2022.

RODRÍGUEZ, G. C. *et al.* Uncertainties and sensitivity analysis in building energy simulation using macroparameters. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 67, p. 79–87, 2013. Disponível em: Acesso em: 7 abr. 2022.

ROMAN, N. D. *et al.* Application and characterization of metamodels based on artificial neural networks for building performance simulation: A systematic review. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 217, p. 109972, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037877881933751X>. Acesso em: 9 jun. 2020.

SALTELLI, A. (Andrea) *et al.* **Global sensitivity analysis: the primer**. [S. l.]: John Wiley and Sons, 2008. *E-book*. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2019.

SALTELLI, A. *et al.* Variance based sensitivity analysis of model output. Design and estimator for the total sensitivity index. **Computer Physics Communications**, [s. l.], 2010.

SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CAMPOLONGO, F. Sensitivity Analysis as an Ingredient of Modeling. **Statistical Science**, [s. l.], v. 15, p. 377–395, 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2676831>. Acesso em: 10 set. 2019.

SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CHAN, K. P. S. A quantitative model-independent method for global sensitivity analysis of model output. **Technometrics**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 39–56, 1999. Disponível em: Acesso em: 17 fev. 2020.

SILVA, A. S. **Desenvolvimento de um método para avaliação do desempenho térmico e energético de edificações aplicando análise de incertezas e sensibilidade**. 2015a. 459 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2015.

SILVA, A. S. **Desenvolvimento de um método para avaliação do desempenho térmico e energético de edificações aplicando análise de incertezas e sensibilidade**. 2015b. 459 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2015.

SONG, J. *et al.* Implementation of Meta-modelling for Sensitivity Analysis in Building Energy Analysis. **IBPSA - International Building Performance Simulation Association**, [s. l.], 2014. Disponível em: <http://www.ibpsa.org/proceedings/eSimPapers/2014/3B.5.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

STRAUBE, J. **The Function of Form - Building Shape and Energy**. [S. l.], 2012. Disponível em: <https://www.buildingscience.com/documents/insights/bsi-061-function-form-building-shape-and-energy>. Acesso em: 9 nov. 2020.

SUN, Y. **Closing the building energy performance gap by improving our predictions**. 2014. - Georgia Institute of Technology, Georgia, 2014. Disponível em: Acesso em: 1 mar. 2020.

SUN, H.; BURTON, H. v.; HUANG, H. **Machine learning applications for building structural design and performance assessment: State-of-the-art review**. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352710220334495>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SUSOROVA, I. *et al.* The effect of geometry factors on fenestration energy performance and energy savings in office buildings. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 57, p. 6–13, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778812005518>. Acesso em: 11 nov. 2020.

TALAMI, R.; JAKUBIEC, J. A. Early-design sensitivity of radiant cooled office buildings in the tropics for building performance. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 223, p. 110177, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778819333614>. Acesso em: 20 nov. 2020.

TELLES, C. P. **Proposta de simplificação do RTQ-R**. 2016. - Universidade Federal de Viçosa, [s. l.], 2016. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2020.

TIAN, W. A review of sensitivity analysis methods in building energy analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 20, p. 411–419, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112007101>. Acesso em: 10 set. 2019.

TIAN, W. *et al.* A review of uncertainty analysis in building energy assessment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 93, p. 285–301, 2018a. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

TIAN, W. *et al.* A review of uncertainty analysis in building energy assessment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 93, p. 285–301, 2018b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211830368X>. Acesso em: 2 abr. 2019.

TIAN, W. *et al.* Building Energy Assessment Based on a Sequential Sensitivity Analysis Approach. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 205, p. 1042–1048, 2017a. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

TIAN, W. *et al.* Design of Robust Green Buildings Using a Non-probabilistic Uncertainty Analysis Method. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 205, p. 1049–1055, 2017b. Disponível em: Acesso em: 20 fev. 2020.

TIAN, W. *et al.* Relationship between built form and energy performance of office buildings in a severe cold Chinese region. **Building Simulation**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 11–24, 2017c. Disponível em: Acesso em: 20 fev. 2020.

TIAN, W. *et al.* Uncertainty and sensitivity analysis of energy assessment for office buildings based on Dempster-Shafer theory. **Energy Conversion and Management**, [s. l.], v. 174, p. 705–718, 2018c. Disponível em: Acesso em: 20 fev. 2020.

TIAN, W.; DE WILDE, P. Uncertainty and sensitivity analysis of building performance using probabilistic climate projections: A UK case study. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 20, n. 8, p. 1096–1109, 2011. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2020.

TOULOUPAKI, E.; THEODOSIOU, T. Optimization of Building form to Minimize Energy Consumption through Parametric Modelling. **Procedia Environmental Sciences**, [s. l.], v. 38, p. 509–514, 2017. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, [s. l.], v. 87, p. 524–541, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.041>. Acesso em: 3 nov. 2020.

VERSAGE, R. de S. **Metamodelo para estimar a carga térmica de edificações condicionadas artificialmente**. 2015a. 191 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2015. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2020.

VERSAGE, R. de S. **Metamodelo para estimar a carga térmica de edificações condicionadas artificialmente**. 2015b. 191 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2015.

WALKER, W. E. *et al.* Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. **Integrated Assessment**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 5–17, 2003. Disponível em: Acesso em: 1 mar. 2020.

WANG, Q. **Accuracy, validity and relevance of probabilistic building energy models A Dissertation Presented to The Academic Faculty**. [S. l.]: Georgia Institute of Technology, 2016. Disponível em: Acesso em: 1 mar. 2020.

WANG, B.; LI, J. Global sensitivity analysis based on multi-objective optimization of rural tourism building performance. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], p. 137917, 2023. Disponível em: Acesso em: 13 jul. 2023.

YANG, S. *et al.* Comparison of Sensitivity Analysis Methods in Building Energy Assessment. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 146, p. 174–181, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816308244>. Acesso em: 10 fev. 2020.

YANG, M. Der *et al.* Multiobjective optimization design of green building envelope material using a non-dominated sorting genetic algorithm. **Applied Thermal Engineering**, [s. l.], v. 111, p. 1255–1264, 2017. Disponível em: Acesso em: 7 jun. 2020.

YI, Y. K.; MALKAWI, A. M. Optimizing building form for energy performance based on hierarchical geometry relation. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 825–833, 2009. Disponível em: Acesso em: 24 maio 2020.

APÊNDICE 1: USO DOS SCRIPTS EM LINGUAGEM R - PROCEDIMENTO OPERACIONAL

Este tópico apresenta o procedimento para execução dos scripts em linguagem R utilizados neste trabalho, assim como o código fonte.

A execução dos scripts foi realizada por meio do programa Rstudio. Cada script possui argumentos que devem ser atualizados pelo usuário para correto funcionamento da programação. Para análise de sensibilidade com obtenção de dados por redes neurais são utilizados todos os scripts, conforme detalhado a seguir, enquanto a análise de incerteza não necessita do script 5.

As etapas de execução da análise de sensibilidade por redes neurais utilizam 5 scripts, conforme Quadro 3.2. A parte inicial referente as etapas de definição do modelo (a), variáveis independentes, dependentes (b) e distribuição das probabilidades das variáveis independentes (c), explicadas no tópico 3.1.1 devem ser realizadas antes de execução dos scripts. Após tais definições, os scripts devem ser executados na ordem sequencial de scripts de 1-5 do Quadro 3.2, conforme descrito a seguir.

I- Script: 1-Sobol'create

Este script obtido de (SILVA, 2016) cria as amostras de Sobol', de tamanho $(k+2) \times N$, a partir das variáveis independentes definidas, com base em duas amostras aleatórias obtidas por método do Hipercubo Latino. As seguintes ações devem ser realizadas:

- 1- Definir pasta para injeção dos arquivos que devem ser criados.
- 2- Criar dentro da pasta definida, dois arquivos de dados das variáveis:
 - ✓ arquivo excel "OSobol'jansen-input-names.csv" – com duas colunas ('Variables' e 'Dist Q'). Na coluna 'Variables' inserir nome das variáveis independentes, e na coluna 'Dist Q' a distribuição de probabilidades (qnorm, qdiscrete, qtriangle ou qunif).
 - ✓ Arquivo .R "OSobol'jansen-input-variables" com as informações das variáveis no padrão abaixo (em forma de texto ASCII)

```
> variables[[1]]=list(mean=x, sd=y) #distribuição normal
> variables[[2]]=list(min=x, max=y) #distribuição uniforme
> variables[[3]]=list(probs=a, values=b) #distribuição discreta, onde a é o vetor de probabilidades
e b é o vetor de níveis
> variables[[4]]=list(a=x, b=k, c=w) #distribuição triangular, onde a e b são os limites, e c é a
moda.
```

Exemplo de formato de dados das distribuições de probabilidades do arquivo '0Sobol'jansen-input-variables' conforme Silva (2016)

3- Abrir o script e alterar em:

- ✓ “Pasta”: o caminho da pasta dos arquivos definida (usando duas barras “\” para dividir os níveis do endereço)
- ✓ “N”: Nsize referente ao tamanho da amostra a ser gerada com o Hipercubo Latino.

4- Executar o script ("Ctrl + A" e "Ctrl + Enter" ou para rodar uma linha/comando por vez, clicar na linha e "Ctrl + Enter"). É automaticamente gerado os arquivos:

- “1Sobol'jansen-sampleX.csv’: arquivo com as amostras que deve ser simulada
- “1Sobol'jansen-sample.R’: arquivo auxiliar do script
- ‘1varianceSobol’-sample-x1’: arquivo auxiliar do script
- ‘1varianceSobol’-sample-x2: arquivo auxiliar do script

Obs: verificar se estão instalados todos os pacotes do r que são usados:
library(sensitivity) library(e1071) library(DoE.base) library(pse) library(triangle)

II- Script: 2-organiza-dados-inputRNA

Este script foi desenvolvido para adaptar os dados resultantes do script “1-Sobol'create” (referente as amostras criadas) em formato adequado aos dados de entrada para leitura das redes neurais no script “3-prediction-rna”. Neste arquivo também devem ser inseridas informações das variáveis fixas. As seguintes ações devem ser realizadas:

1- Abrir o script e alterar em:

- ✓ “Pasta”: o caminho da pasta dos arquivos definida (linha 1 e 25)
- ✓ A partir da linha 3 do script: os valores das variáveis fixas e sua identificação, assim como a listagem das variáveis fixas na linha 24

Obs: as nomenclaturas de identificação das variáveis não devem ser alteradas, em virtude da leitura da rna.

2- Executar o script . É automaticamente gerado os arquivos:

- “convergencia Sobol’-input_rna’: arquivo com os dados de entrada para o script da rna.

III- Script: 3-prediction-rna

Este script obtém os resultados das amostras das redes neurais artificiais. Foi desenvolvido por Mazzaferro (2018) no contexto do regulamento de eficiência energética de edifícios comerciais. As seguintes ações devem ser realizadas:

1- Abrir o script e alterar em:

- ✓ “setwd”: o caminho da pasta dos arquivos definida
- ✓ Inserir o arquivo .rna na pasta definida

2- Executar o script. É automaticamente gerado os arquivos:

- “3output.csv: arquivo com os resultados das amostras em densidade de carga térmica de resfriamento (kWh/m²)

O script lê os dados de entrada do arquivo “2convergencia Sobol’-input_rna.csv” e retorna um arquivo com os mesmos dados adicionando ao final da linha o valor do resultado em densidade obtida pela rna. Cada linha no arquivo é referente a uma amostra. A leitura da rede neural (arquivo "rna") é feita no próprio script.

IV- Script: 4-organiza-dados-outputRNA

Este script foi desenvolvido para adaptar os dados resultantes do script “3-prediction-rna” (referente aos resultados das amostras criadas) em formato adequado para entrada do script “5-Sobol’analyse”. As seguintes ações devem ser realizadas:

1- Abrir o script e alterar em:

- ✓ “Pasta”: o caminho da pasta dos arquivos definida (linha 1 e 6)

2- Executar o script. É automaticamente gerado os arquivos:

- “convergência RNA-Sobol’Analyse.csv’: arquivo com os resultados das amostras no formato para leitura do script de cálculo dos índices de sensibilidade.

V- Script: 5-Sobol'analyse

Este script obtido de (SILVA, 2016) com base no pacote de autoria de Bertrand Iooss realiza o cálculo dos índices de sensibilidade de primeira e segunda ordem das variáveis independentes. As seguintes ações devem ser realizadas:

1- Abrir o script e alterar em:

- ✓ “Pasta”: o caminho da pasta dos arquivos definida (linha 1 e 6)

2- Executar o script. É automaticamente gerado os arquivos:

- “5Sobol'jansen-output índices S.csv”: arquivo com os índices de sensibilidade de primeira ordem de cada variável independente
- “5Sobol'jansen-output índicesT.csv”: arquivo com os índices de sensibilidade totais de cada variável independente

APÊNDICE 2: COMPARAÇÃO DE TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ENTRADAS PARA ANÁLISE DE INCERTEZA BASEADA NAS TOLERÂNCIAS DO RAC

Para definir o tipo de distribuição de probabilidade mais adequado para incerteza das entradas com base nos percentuais do RAC, foram feitos testes⁷⁴ com diferentes níveis de confiabilidade e distribuição: (1) tipo uniforme, (2) normal com 99,5% de confiabilidade, (3) normal com 99,9% de confiabilidade e (4) normal com confiabilidade de 95% considerando o coeficiente de variação como sendo a tolerância do RAC. Os quatro tipos de distribuição foram aplicados a análise de incerteza do PAF, com média de 0,65 e variando 15%, no edifício tipo 01 (Figura 0.1). O teste 5 e 6 incluem além do PAF, oito variáveis citadas no RAC (FS, AHS, AVS, AOV, Upar, apar, CTpar, Uvid), considerando a distribuição normal com 99,9%, e uniforme, respectivamente.

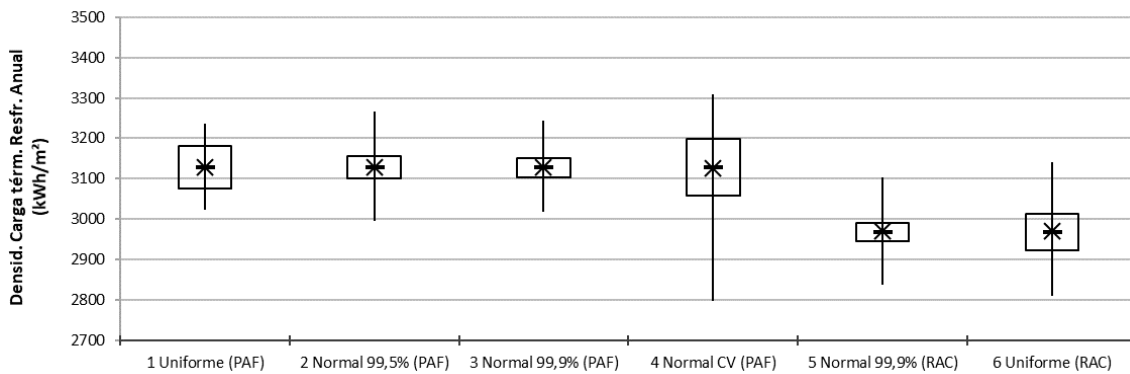
Figura 0.1: Comparação de diferentes distribuições das entradas

Dados da análise				Resultados		
Nº Teste	Tipo de distribuição e confiabilidade	Descrição	Desv. Pad Entrada	Interv/ média	Interv.	média
01	Uniforme (Conf. 95%)	Variação de 15% do PAF=0,65, edifício tipo 01, com distribuição de probabilidade da entrada tipo uniforme, com 95% confiabilidade	n/a	6,4%	201,3	3128,3
02	Normal (Conf. 99,5%)	Variação de 15% do PAF=0,65, edifício tipo 01, com distribuição de probabilidade da entrada tipo normal com 99,5% confiabilidade	0,038	6,8%	211,8	3127,8
03	Normal (Conf. 99,9%)	Variação de 15% do PAF=0,65, edifício tipo 01, com distribuição de probabilidade da entrada tipo normal com 99,9% confiabilidade	0,032	6,8%	211,8	3127,7
04	Normal CV (Conf. 95%)	Variação de 15% do PAF=0,65, edifício tipo 01, com distribuição normal, considerando o coeficiente de variação (CV) como a tolerância do RAC (95% confiabilidade)	0,097	16,5%	516,1	3126,8
05	Normal (Conf. 99,9%)	Variações RAC de 09 variáveis, edifício tipo 01, com distribuição normal 99,9% confiabilidade (PAF=,65 variando 15%)	variado	9,2%	273,9	2969,1
06	Uniforme (Conf. 95%)	Variações RAC de 09 variáveis, edifício tipo 01, com distribuição uniforme 95% confiabilidade (PAF=,65 variando 15%)	variado	7,7%	229,2	2970,0

Fonte: elaborado pela autora (2023).

⁷⁴ O estudo de Silva (2022) embasou os testes realizados.

Figura 0.2: Propagação da incerteza de diferentes distribuições na entrada



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Em consonância ao observado por Silva (2022) (item 2.3.2), os resultados (Figura 0.1, Figura 0.2) demonstram que:

- A distribuição normal (teste 01) apresentou o menor intervalo, porém a probabilidade tipo uniforme não é adequada para este tipo de incerteza, uma vez que não se trata de incerteza projetual com igual probabilidade de ocorrência dentro da faixa de tolerância, mas de uma maior probabilidade de ocorrência perto da média, que diminui à medida que se aproxima dos extremos;
- Considerar o coeficiente de variação como sendo a tolerância do RAC (teste 04), acarretou grande amplitude de incerteza devido aos valores da amostra muito dispersos, não demonstrando ser alternativa adequada;
- A distribuição normal com alta confiabilidade 99,5% e 99,9% (caso 02 e 03) gera amplitude maior que a distribuição uniforme (teste 01) porém com maior concentração no intervalo interquartil, demonstrando ser mais adequados. A maior confiabilidade (99,9%) apresenta amplitude mais próxima da distribuição uniforme (teste 1);

A partir desta análise foi definido tipo de distribuição normal com alta confiabilidade (99,9%) para configuração das variáveis de entrada das análises de incertezas da tese.

APÊNDICE 3: CONFIGURAÇÃO DAS ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: TD-T (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrição:	Todas as variáveis da RNA (exceção binárias) para ZT N-S-L-O Têrrea (T). Três combinações de variáveis (1) todas (2) sem cargas internas (3) envoltória.			
Casos Parametrizados:	<input checked="" type="checkbox"/>					
Var. Param. 1	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 2	Combinação variável	COMB	1	2	3	
Var. Param. 3	-					
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados: 12		

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia	Escritório
Valor N (hipercubolatório):	3000	Método:	Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	15	Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Nº modelos por análise:	51000	Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	612000		

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib.	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	PAF	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD	2,6	6,6
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE	4	40
17	Uniforme	DPI	4	40
18	Uniforme	PESSOAS	0,05	0,7
19	Uniforme	hOcc	8	24
20	Uniforme	INF	0,5	1,5
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

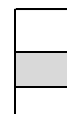
Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	PAF		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD		
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE		
17	DPI		
18	PESSOAS		
19	hOcc		
20	INF		
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA
 Natal, RN, -5.8, 49.4, 23.233.91, 27.91, 0.44, 5.31, 1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: TD-I (ZB8-Esc)



DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	<input checked="" type="checkbox"/>	Descrição:	Todas as variáveis da RNA (exceção binárias) para ZT N-S-L-O intermediária (I). Três combinações de variáveis (1) todas (2) sem cargas internas (3)			
Casos Parametrizados:	<input checked="" type="checkbox"/>					
Var. Param. 1	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 2	Combinação variáveis:	COMB	1	2	3	
Var. Param. 3		-				
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:		12

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	15	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	51000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	612000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo	Distrib.	ID Variável	Min.	Max.
1	Unifome	PAF		0	0,8
2	Unifome	FS		0,21	0,87
3	Unifome	AVS		0	80
4	Unifome	AOV		0	80
5	Unifome	AHS		0	90
6	Unifome	UVID		1,9	5,7
7	Unifome	Upar		0,5	4,4
8	Unifome	aPAR		0,2	0,8
9	Unifome	CTpar		0,22	450
10	Unifome	Ucob			
11	Unifome	aCOB			
12	Unifome	CTcob			
13	Unifome	PD		2,6	6,6
14	Unifome	AZI			
15	Unifome	Zint			
16	Unifome	DPE		4	40
17	Unifome	DPI		4	40
18	Unifome	PESSOAS		0,05	0,7
19	Unifome	hOcc		8	24
20	Unifome	INF		0,5	1,5
21	Unifome	FloorGround			
22	Unifome	PISOisol			
23	Unifome	RoofOutdoors			
24	Unifome	FloorOutdoors			

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	PAF		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD		
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE		
17	DPI		
18	PESSOAS		
19	hOcc		
20	INF		
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA

Natal, RN, -5,8, 49,4, 23,233.91, 27.91, 0,44, 5,31, 1,08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: TD-C (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✔	Descrição:	Todas as variáveis da RNA (exceção binárias) para ZT N-S-L-O Cobertura (C). Três combinações de variáveis (1) todas (2) sem cargas internas (3) envoltória.				
Casos Parametrizados:	✘						
Var. Param. 1	Azimute:	AZI	0	90	180	270	
Var. Param. 2	Combinação variáveis:	COMB	1	2	3		
Var. Param. 3		-					
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:			12

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolatório):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	18	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	60000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	720000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo	Distrib.	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	PAF		0	0,8
2	Uniforme	FS		0,21	0,87
3	Uniforme	AVS		0	80
4	Uniforme	AOV		0	80
5	Uniforme	AHS		0	90
6	Uniforme	UVID		1,9	5,7
7	Uniforme	Upar		0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR		0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar		0,22	450
10	Uniforme	Ucob		0,51	5,07
11	Uniforme	aCOB		0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob		0,22	450
13	Uniforme	PD		2,6	6,6
14	Uniforme	AZI			
15	Uniforme	Zint			
16	Uniforme	DPE		4	40
17	Uniforme	DPI		4	40
18	Uniforme	PESSOAS		0,05	0,7
19	Uniforme	hOcc		8	24
20	Uniforme	INF		0,5	1,5
21	Uniforme	FloorGround			
22	Uniforme	PISOisol			
23	Uniforme	RoofOutdoors			
24	Uniforme	FloorOutdoors			

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	PAF		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD		
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE		
17	DPI		
18	PESSOAS		
19	hOcc		
20	INF		
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Com exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA

Natal, RN, -5,8, 49,4, 23,233.91, 27.91, 0,44, 5,31, 1,08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: PAF-T (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de PAF nas orientações N-S-L-O em ZT térrea.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	PAF 10 40 80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR		
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	10/40/80	
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: PAF-I (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de PAF nas orientações N-S-L-O em ZT intermediária.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	PAF 10 40 80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR		
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	10/40/80	
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (sem exp. cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (sem exp. cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (sem exp. cob)
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório (Mazzaf.)
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA
 Natal, RN, -5,8, 49,4, 23,233.91, 27.91, 0,44, 5,31, 1,08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: PAF-C (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✖	Descrição:	Três variações de PAF nas orientações N-S-L-O em ZT cobertura.				
Casos Parametrizados:	✔						
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	PAF	10	40	80		
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270	
Var. Param. 3		-					
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:			-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m ²)
Nº total de modelos (amostras):	468000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR		
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob	0,51	5,07
11	Uniforme	aCOB	0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	10/40/80	
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA

Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: FS-T (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de FS nas orientações N-S-L-O em ZT térrea.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	Fator solar:	FS 0,21 0,5 0,87
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia	Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método:	Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000		

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme			
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS 21/0,5/0,87		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (sem exp. cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (sem exp. cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (sem exp. cob)
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório (Mazzaf.)
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA
 Natal, RN, -5.8, 49.4.23, 233.91, 27.91, 0.44, 5.31, 1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: FS-I (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição:	Três variações de FS nas orientações N-S-L-O em ZT intermediária.			
Casos Parametrizados:	✔					
Var. Param. 1	Fator solar:	FS	0,21	0,5	0,87	
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 3		-				
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:		
				-		

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia	Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método:	Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000		

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme			
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS 21/0,5/0,87		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (sem exp. cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (sem exp. cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (sem exp. cob)
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório (Mazzaf.)
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade, Estado, Latitude, Altitude, Vento, Radiação, TMA, dpT, AMA, dpA
 Natal, RN, -5.8, 49.4, 23.233.91, 27.91, 0.44, 5.31, 1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: FS-C (ZB8-Esc)

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✖	Descrição:	Três variações de FS nas orientações N-S-L-O em ZT Cobertura.			
Casos Parametrizados:	✔					
Var. Param. 1	Fator solar:	FS	0,21	0,5	0,87	
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 3	-					
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:		
				-		

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m ²)
Nº total de modelos (amostras):	468000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS		
3	Uniforme	AVS	0	80
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	90
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob	0,51	5,07
11	Uniforme	aCOB	0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	21/0,5/0,87	
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA

Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AVS-T

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de AVS nas orientações N-S-L-O em ZT térrea.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	AVS	0 40 80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3		AVS		
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	0-40-80	
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AVS-I

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de AVS nas orientações N-S-L-O em ZT Intermediária.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	AVS	0 40 80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3		AVS		
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	0-40-80	
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5,8,49,4,23,233,91,27,91,0,44,5,31,1,08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AVS-C

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✖	Descrição:	Três variações de AVS nas orientações N-S-L-O em ZT cobertura.				
Casos Parametrizados:	✔						
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	AVS	0	40	80		
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270	
Var. Param. 3		-					
Total de casos Parametrizados			12	Total de Casos Isolados:			-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m ²)
Nº total de modelos (amostras):	468000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3		AVS		
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob	0,51	5,07
11	Uniforme	aCOB	0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	0-40-80	
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AOV-T

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de AOV nas orientações N-S-L-O em ZT térrea.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	AOV	0 40 80
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolatório):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	90
4		AOV		
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV	0-40-80	
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AOV-I

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✖	Descrição:	Três variações de AOV nas orientações N-S-L-O em ZT Intermediária.			
Casos Parametrizados:	✔					
Var. Param. 1	AOV	0	40	80		
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 3	-					
Total de casos Parametrizados		12	Total de Casos Isolados:		-	

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	8	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	30000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	360000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	90
4		AOV		
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob		
11	Uniforme	aCOB		
12	Uniforme	CTcob		
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV	0-40-80	
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório
12	CTcob	233	Ref. Escritório
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	1	Contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5,8,49,4,23,233,91,27,91,0,44,5,31,1,08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: AOV-C

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✖	Descrição:	Três variações de AVS nas orientações N-S-L-O em ZT cobertura.			
Casos Parametrizados:	✔					
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	AOV	0	40	80	
Var. Param. 2	Azimute:	AZI	0	90	180	270
Var. Param. 3		-				
Total de casos Parametrizados		12	Total de Casos Isolados:		-	

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método: Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m ²)
Nº total de modelos (amostras):	468000	

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	90
4		AOV		
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob	0,51	5,07
11	Uniforme	aCOB	0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV	0-40-80	
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: Ucob-C

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de Ucob nas orientações N-S-L-O em ZT cobertura.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	Ucob 0,51 2 5,07
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia	Escritório
Valor N (hipercubolativo):	3000	Método:	Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	468000		

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	90
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10		Ucob		
11	Uniforme	aCOB	0,2	0,8
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob	0,51-2,0-5,07	
11	aCOB		
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5.8,49.4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

DADOS DE ENTRADA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

ID ANÁLISE: aCOB-C

DEFINIÇÃO DOS CASOS

Caso(s) Isolado(s):	✘	Descrição: Três variações de aCOB nas orientações N-S-L-O em ZT cobertura.
Casos Parametrizados:	✔	
Var. Param. 1	% Abert. Fachada:	Acob 0,2 0,5 0,8
Var. Param. 2	Azimute:	AZI 0 90 180 270
Var. Param. 3	-	
Total de casos Parametrizados		12
Total de Casos Isolados:		-

CONFIGURAÇÃO ANÁLISE

Cidade:	Natal/RN	Tipologia	Escritório
Valor N (hipercubolatório):	3000	Método:	Sobol' (2010)
Nº variáveis independ.:	11	Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Nº modelos por análise:	39000	Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)
Nº total de modelos (amostras):	468000		

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k)

Nº	Tipo Distrib.	ID Variável	Min.	Max.
1	Uniforme	WWR	0	0,8
2	Uniforme	FS	0,21	0,87
3	Uniforme	AVS	0	90
4	Uniforme	AOV	0	80
5	Uniforme	AHS	0	80
6	Uniforme	UVID	1,9	5,7
7	Uniforme	Upar	0,5	4,4
8	Uniforme	aPAR	0,2	0,8
9	Uniforme	CTpar	0,22	450
10	Uniforme	Ucob	0,51	5,07
11		aCOB		
12	Uniforme	CTcob	0,22	450
13	Uniforme	PD		
14	Uniforme	AZI		
15	Uniforme	Zint		
16	Uniforme	DPE		
17	Uniforme	DPI		
18	Uniforme	PESSOAS		
19	Uniforme	hOcc		
20	Uniforme	INF		
21	Uniforme	FloorGround		
22	Uniforme	PISOisol		
23	Uniforme	RoofOutdoors		
24	Uniforme	FloorOutdoors		

PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS		
6	UVID		
7	Upar		
8	aPAR		
9	CTpar		
10	Ucob		
11	aCOB	0,2-0,5-0,8	
12	CTcob		
13	PD	3	
14	AZI	0/90/180/270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	9,7	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,0833	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	1	Exposição a cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

CLIMA

Cidade,Estado,Latitude,Altitude,Vvento,Radiacao,TMA,dpT,AMA,dpA
 Natal,RN,-5,8,49,4.23,233.91,27.91,0.44,5.31,1.08

APÊNDICE 4: RESULTADO DAS ANÁLISES DE INCERTEZA LOCAL

ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 1 - 10% PAF20
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem / Confiab 99,9%
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobolj (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	Lim. Inf. Normaliz.	Lim. Sup. Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,2	0,1800	0,2200	0,00647	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

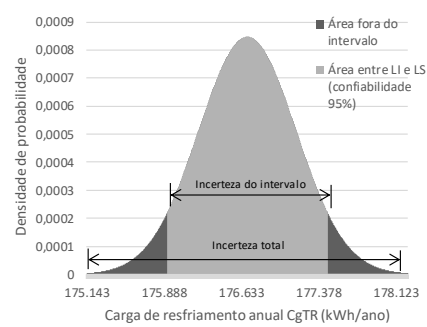
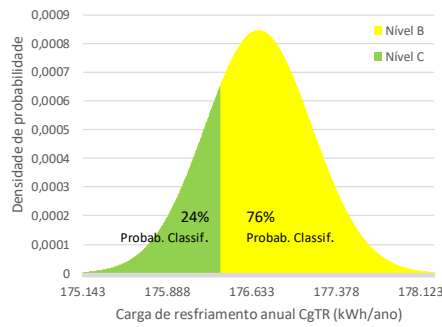
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	24%	76%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	10,2%	CgTR L. inferior: 175.918 kWh/ano	0,4%	775
C	9,8%	CgTR Edifício real: 176.693 kWh/ano	-	-
C	9,4%	CgTR L. superior: 177.468 kWh/ano	0,4%	775
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.551 kWh/ano	0,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 3.101 kWh/ano	1,8%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 2 - 10% PAF40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e intern):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,4	0,3600	0,4400	0,01294	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

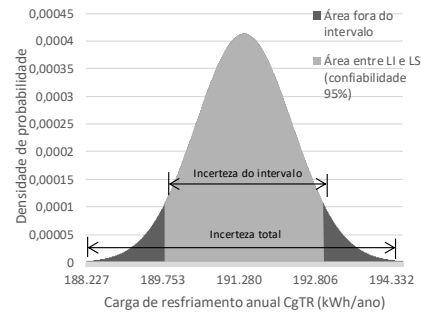
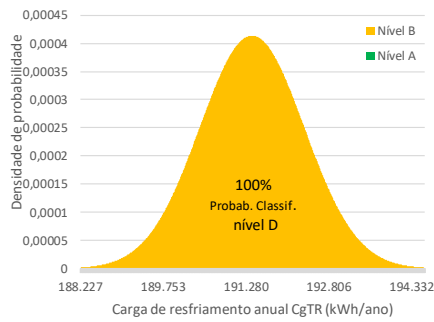
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
D	3,1%	CgTR L. inferior: 189.803 kWh/ano	0,8%	1.587
D	2,3%	CgTR Edifício real: 191.390 kWh/ano	-	-
D	1,5%	CgTR L. superior: 192.978 kWh/ano	0,8%	1.587
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.174 kWh/ano	1,7%	-
		Amplitude total (máx.-mín): 6.352 kWh/ano	3,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 3 - 10% PAF65

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	1
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Soboř (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOsol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

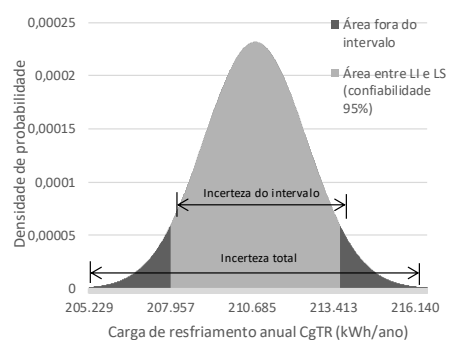
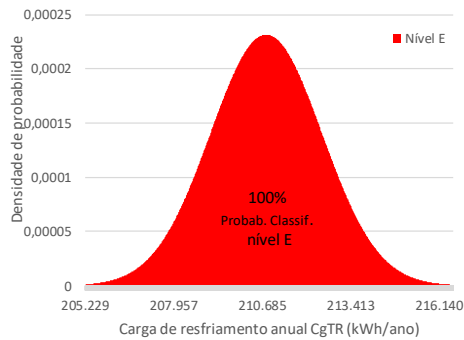
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOsol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
E	-6,1%	CgTR L. inferior: 207.975 kWh/ano	1,3%	2.835
E	-7,6%	CgTR Edifício real: 210.809 kWh/ano	-	-
E	-9,0%	CgTR L. superior: 213.644 kWh/ano	1,3%	2.835
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.669 kWh/ano	2,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 11.355 kWh/ano	5,4%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 4 - desvpad 0,032 PAF20
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	50%	0,2	0,1000	0,3000	0,03155	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

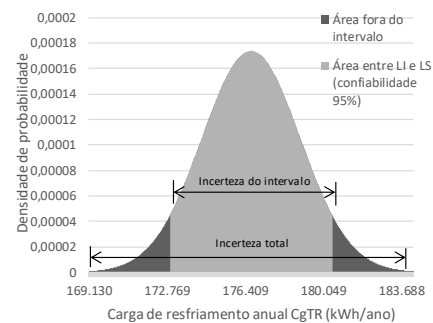
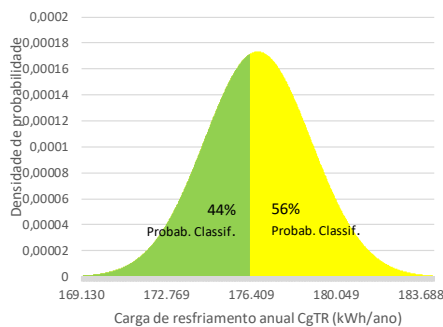
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	44%	56%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
B	11,8%	CgTR L. inferior: 172.912 kWh/ano	2,1%	3.782
C	9,8%	CgTR Edifício real: 176.694 kWh/ano	-	-
C	7,9%	CgTR L. superior: 180.476 kWh/ano	2,1%	3.782
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 7.565 kWh/ano	4,3%	-
		Amplitude total (máx-min): 15.150 kWh/ano	8,6%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 5 - desvpad 0,032 PAF40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade: Natal
Tipologia Escritório
Método: Sobol' (2010)
Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	25%	0,4	0,3000	0,5000	0,03155	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOlisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

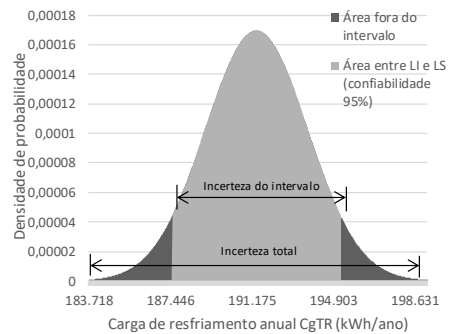
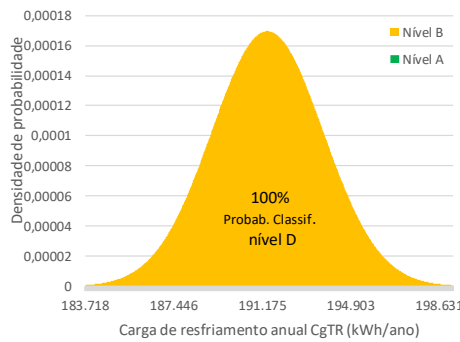
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOlisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
D	4,3%	CgTR L. inferior: 187.525 kWh/ano	2,0%	3.872
D	2,3%	CgTR Edifício real: 191.397 kWh/ano	-	-
D	0,3%	CgTR L. superior: 195.269 kWh/ano	2,0%	3.872
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 7.744 kWh/ano	4,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 15.519 kWh/ano	8,1%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 22 - desvpad 0,032 PAF65 (15%)
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LJ Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,65	0,5525	0,7475	0,032	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

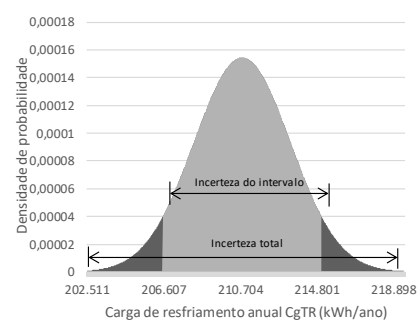
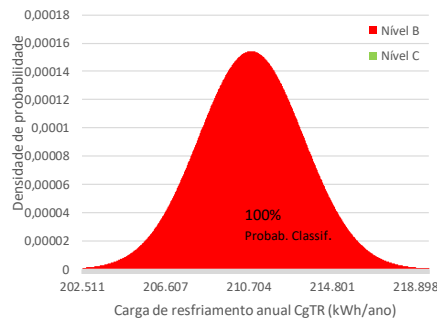
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	GC				i
	A >	B >	C >	D ≤	
Nível	15%	10%	5%	5%	0%
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
E	-5,4%	CgTR L. inferior: 206.569 kWh/ano	2,0%	4.253
E	-7,6%	CgTR Edifício real: 210.821 kWh/ano	-	-
E	-9,8%	CgTR L. superior: 215.074 kWh/ano	2,0%	4.253
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 8.505 kWh/ano	4,0%	-
		Amplitude total (máx-min): 17.054 kWh/ano	8,1%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 23 - PAF20 (15%)

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desvp.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,2	0,1700	0,2300	0,00971	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

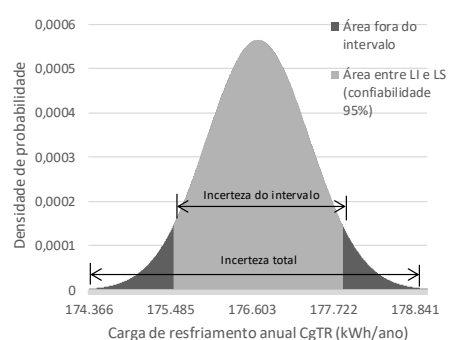
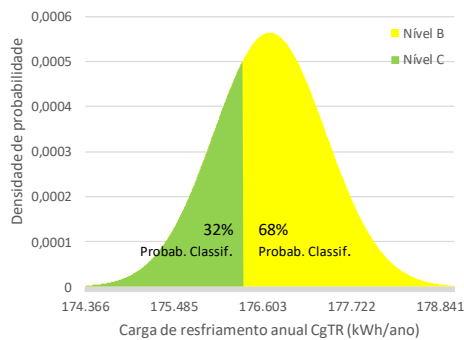
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	32%	68%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	10,4%	CgTR L. inferior: 175.529 kWh/ano	0,7%	1.164
C	9,8%	CgTR Edifício real: 176.693 kWh/ano	-	-
C	9,2%	CgTR L. superior: 177.857 kWh/ano	0,7%	1.164
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.327 kWh/ano	1,3%	-
		Amplitude total (máx-mín): 4.656 kWh/ano	2,6%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso 24 - PAF40 (15%)

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório:	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,4	0,3400	0,4600	0,01942	quinif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

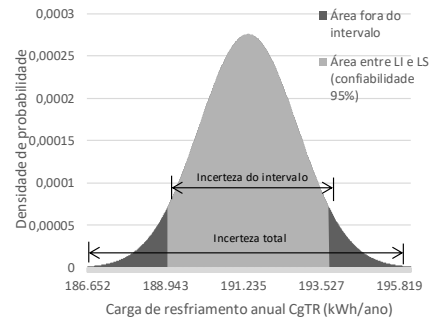
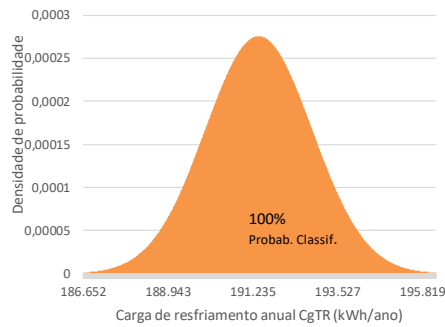
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	188.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	3,5%	CgTR L. inferior: 189.010 kWh/ano	1,2%	2.382
D	2,3%	CgTR Edifício real: 191.392 kWh/ano	-	-
D	1,1%	CgTR L. superior: 193.774 kWh/ano	1,2%	2.382
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.764 kWh/ano	2,5%	-
		Amplitude total (máx-min): 9.540 kWh/ano	5,0%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso6 - PAF65-10%_somb5
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

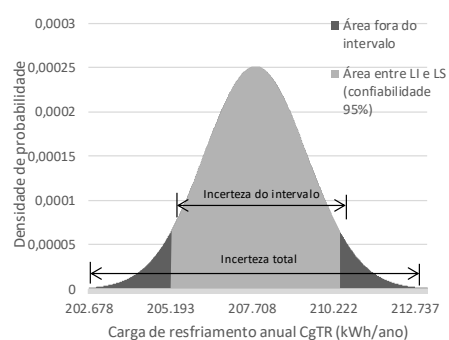
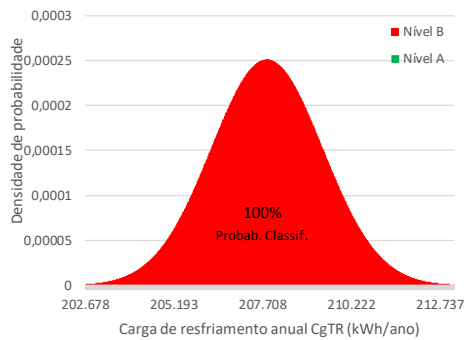
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	5	
4	AOV	5	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
E	-4,7%	CgTR L. inferior: 205.215 kWh/ano	1,3%	2.614
E	-6,1%	CgTR Edifício real: 207.829 kWh/ano	-	-
E	-7,4%	CgTR L. superior: 210.443 kWh/ano	1,3%	2.614
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.228 kWh/ano	2,5%	-
		Amplitude total (máx-min): 10.468 kWh/ano	5,0%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso7 - PAF65-10%_somb40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade: Natal
Tipologia Escritório
Método: Sobol' (2010)
Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

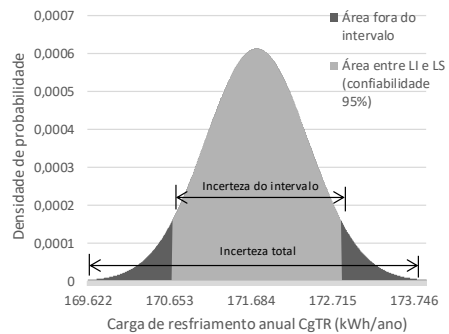
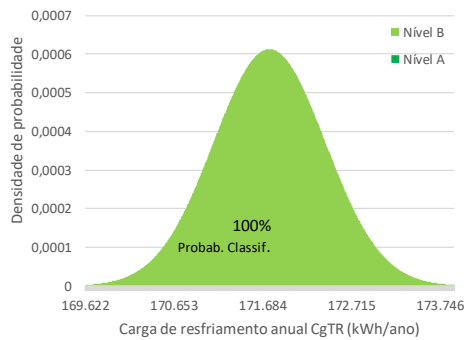
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balano

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
B	12,9%	CgTR L. inferior: 170.691 kWh/ano	0,6%	1.071
B	12,3%	CgTR Edifício real: 171.762 kWh/ano	-	-
B	11,8%	CgTR L. superior: 172.834 kWh/ano	0,6%	1.071
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.143 kWh/ano	1,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 4.292 kWh/ano	2,5%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso8 - PAF65-10%_somb80
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade: Natal
Tipologia Escritório
Método: Sobol' (2010)
Dados de Saída: Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.: Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

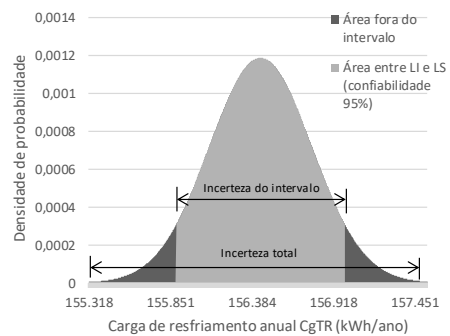
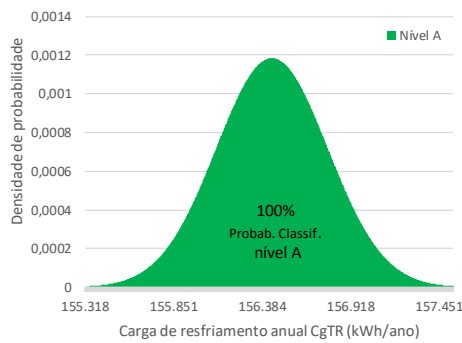
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	80	
4	AOV	80	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética					
GC	CRCgTT	i			
18	0,15	5%			
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	20%	CgTR L. inferior: 155.889 kWh/ano	0,4%	554
A	20%	CgTR Edifício real: 156.443 kWh/ano	-	-
A	20%	CgTR L. superior: 156.997 kWh/ano	0,4%	554
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.108 kWh/ano	0,7%	-
		Amplitude total (máx-min): 2.220 kWh/ano	1,4%	-



1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e intern.):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Soboof (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	Lim. Inf. Normaliz.	Lim. Sup. Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

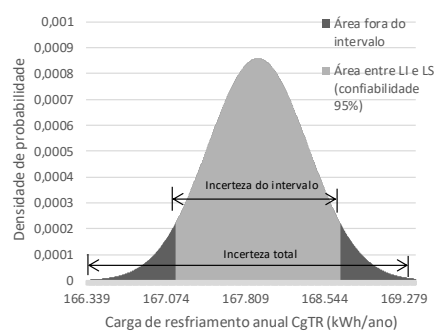
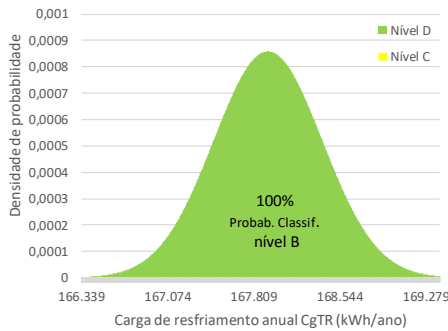
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,21	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
B	14,7%	CgTR L. inferior: 167.166 kWh/ano	0,5%	764
B	14,3%	CgTR Edifício real: 167.930 kWh/ano	-	-
B	13,9%	CgTR L. superior: 168.695 kWh/ano	0,5%	764
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.529 kWh/ano	0,9%	-
		Amplitude total (máx-min): 3.059 kWh/ano	1,8%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso10 - PAF65-10%_fs50

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	1
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobo ¹ (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m ²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desvp.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,65	0,5850	0,7150	0,02104	qunif	PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISoIsol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

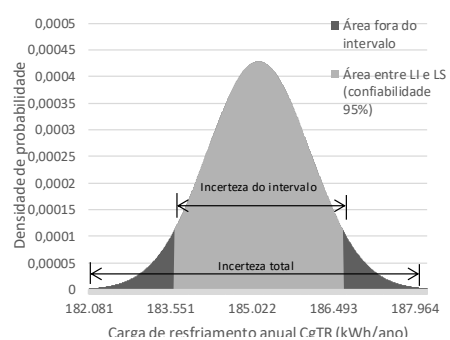
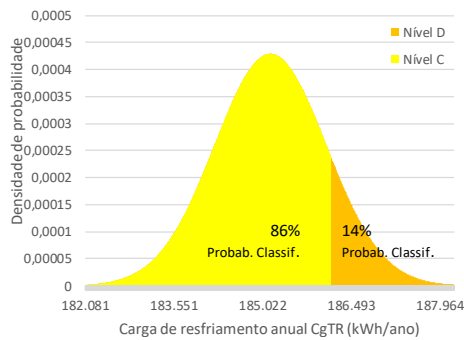
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,5	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISoIsol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilots/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	86%	14%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,3%	CgTR L. inferior: 183.621 kWh/ano	0,8%	1.530
C	5,5%	CgTR Edifício real: 185.151 kWh/ano	-	-
D	4,7%	CgTR L. superior: 186.681 kWh/ano	0,8%	1.530
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.059 kWh/ano	1,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.123 kWh/ano	3,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso11 - FS79 10%_paf20
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2	10%	0,79	0,7110	0,8690	0,02557	qnorm99,9	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

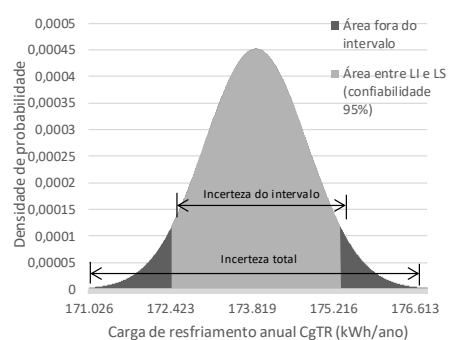
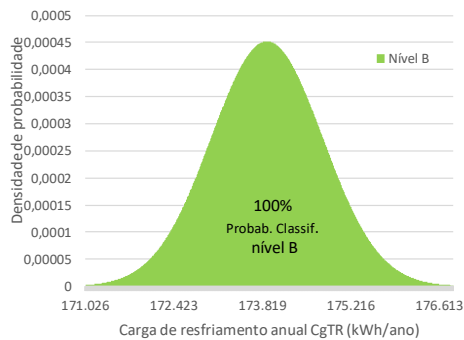
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
B	12,0%	CgTR L. inferior: 172.443 kWh/ano	0,8%	1.452
B	11,3%	CgTR Edifício real: 173.895 kWh/ano	-	-
B	10,5%	CgTR L. superior: 175.347 kWh/ano	0,8%	1.452
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.904 kWh/ano	1,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 5.814 kWh/ano	3,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso12 - FS79 10%_paf40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	1
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2	10%	0,79	0,7110	0,8690	0,02557	qnorm99,9	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

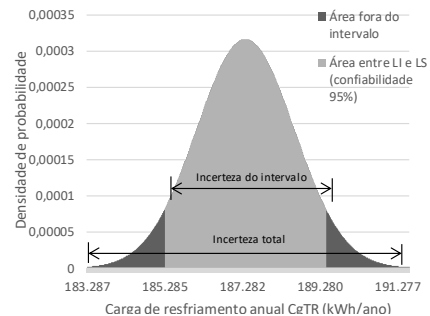
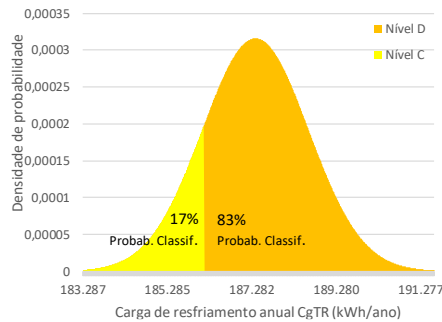
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS	0,87	
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	17%	83%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	5%	CgTR L. inferior: 185.293 kWh/ano	1,1%	2.077
D	4%	CgTR Edifício real: 187.370 kWh/ano	-	-
D	3%	CgTR L. superior: 189.447 kWh/ano	1,1%	2.077
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.154 kWh/ano	2,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 8.315 kWh/ano	4,4%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso14 - FS79 10%_paf65_somb40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern.):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2	10%	0,79	0,7110	0,8690	0,02557	qnorm999	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISoisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

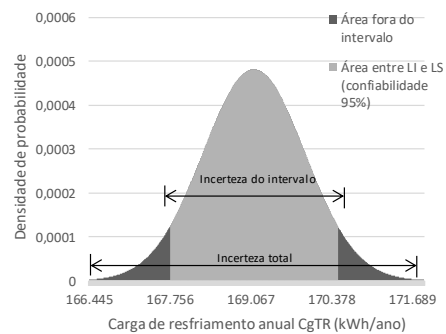
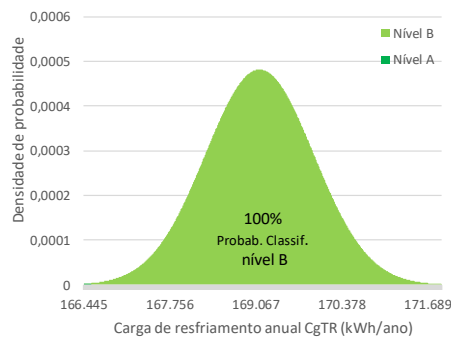
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,65	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISoisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	14%	CgTR L. inferior: 167.762 kWh/ano	0,8%	1.362
B	14%	CgTR Edifício real: 169.125 kWh/ano	-	-
B	13%	CgTR L. superior: 170.487 kWh/ano	0,8%	1.362
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.725 kWh/ano	1,6%	-
		Amplitude total (máx-min): 5.456 kWh/ano	3,2%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso15- FS79 10%_paf65 somb80
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobof (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (K) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2	10%	0,79	0,7110	0,8690	0,02557	qunif	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

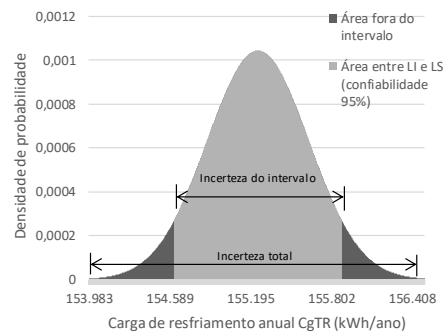
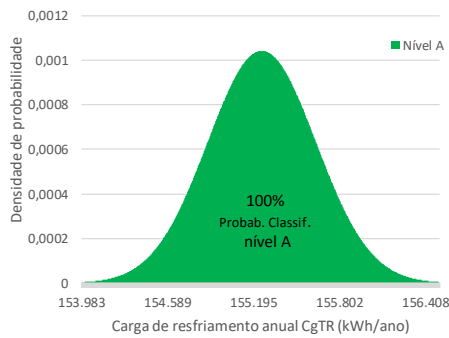
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,65	
2	FS		
3	AVS	80	
4	AOV	80	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	21,1%	CgTR L. inferior: 154.622 kWh/ano	0,4%	630
A	20,8%	CgTR Edifício real: 155.252 kWh/ano	-	-
A	20,4%	CgTR L. superior: 155.882 kWh/ano	0,4%	630
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.260 kWh/ano	0,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 2.523 kWh/ano	1,6%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso16- Upar 10%_paf20
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Soboř (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desvp.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,1510	2,6290	0,07735	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

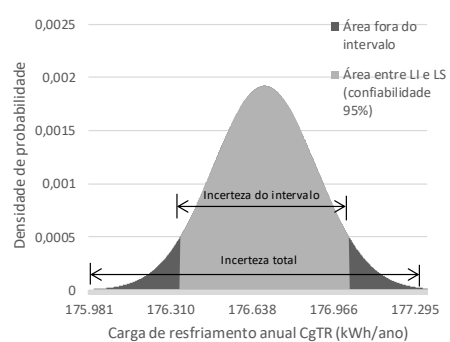
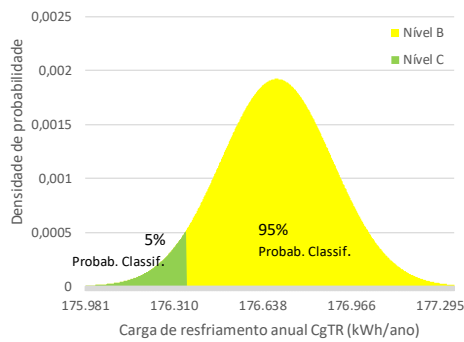
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	20	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRcGTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	5%	95%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	10,0%	CgTR L. inferior: 176.349 kWh/ano	0,2%	342
C	9,8%	CgTR Edifício real: 176.690 kWh/ano	-	-
C	9,7%	CgTR L. superior: 177.032 kWh/ano	0,2%	342
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 683 kWh/ano	0,4%	-
		Amplitude total (máx-mín): 1.367 kWh/ano	0,8%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso17- Upar 10%_paf40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,1510	2,6290	0,07735	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOlisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

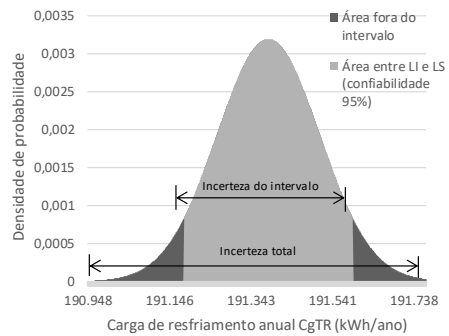
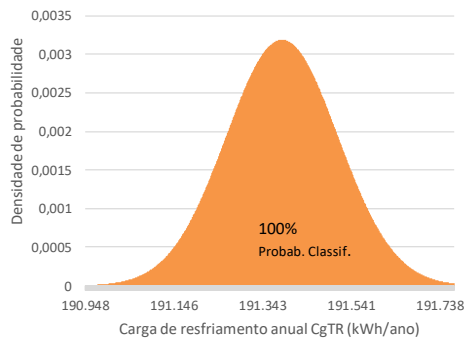
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	40	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOlisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
D	2,4%	CgTR L. inferior: 191.180 kWh/ano	0,1%	206
D	2,3%	CgTR Edifício real: 191.386 kWh/ano	-	-
D	2,2%	CgTR L. superior: 191.592 kWh/ano	0,1%	206
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 412 kWh/ano	0,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 822 kWh/ano	0,4%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso18- Upar 10%_paf65
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incerteza:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobel (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Varição %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normalizado	LS Normalizado	Desvio Padrão Normalizado
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,1510	2,6290	0,07735	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOIsoI				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

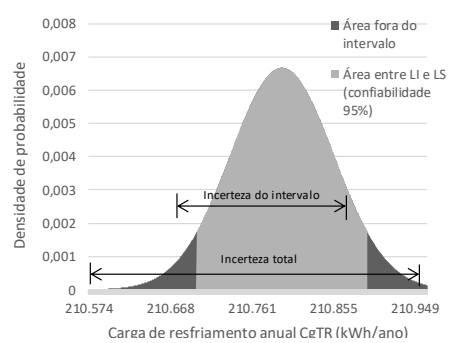
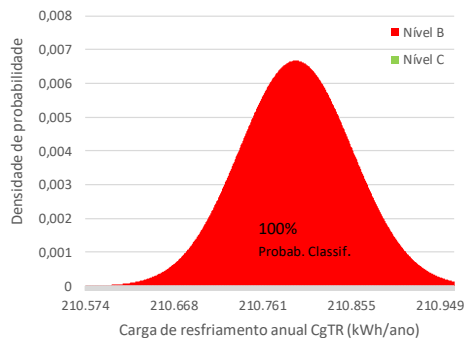
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,65	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOIsoI	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética					
GC	CRCgTT	i			
18	0,15	5%			
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ e dif. Real (kWh/ano)
E	-7,5%	CgTR L. inferior: 210.698 kWh/ano	0,0%	98
E	-7,6%	CgTR Edifício real: 210.797 kWh/ano	-	-
E	-7,6%	CgTR L. superior: 210.895 kWh/ano	0,0%	98
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 197 kWh/ano	0,1%	-
		Amplitude total (máx-min): 390 kWh/ano	0,2%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso19- aPAR 10%_paf20
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobel (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (KWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variacão %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8	10%	0,5	0,4500	0,5500	0,01618	qnom	aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISoisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

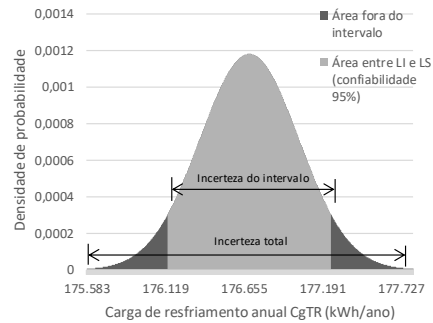
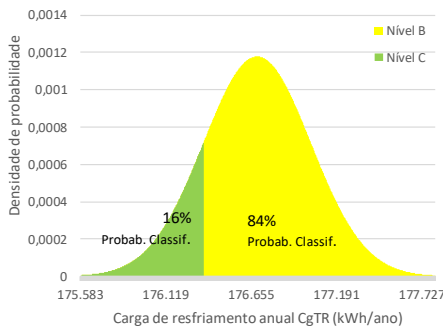
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,2	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISoisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	16%	84%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	10,1%	CgTR L. inferior: 176.137 kWh/ano	0,3%	557
C	9,8%	CgTR Edifício real: 176.693 kWh/ano	-	-
C	9,5%	CgTR L. superior: 177.250 kWh/ano	0,3%	557
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.114 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 2.231 kWh/ano	1,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso20- aPAR 10%_paf40
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8	10%	0,5	0,4500	0,5500	0,01618	qnorm	aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOlisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

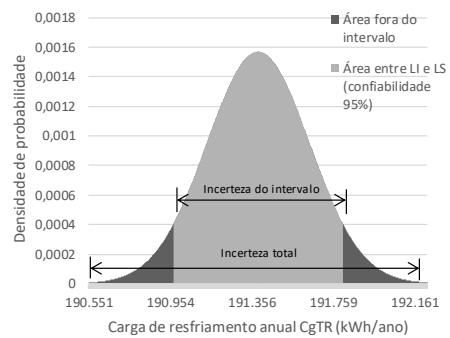
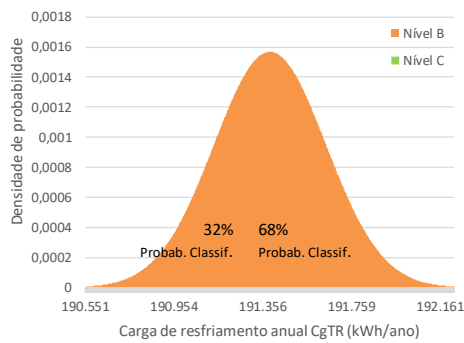
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOlisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	2,5%	CgTR L. inferior: 190.970 kWh/ano	0,2%	419
D	2,3%	CgTR Edifício real: 191.389 kWh/ano	-	-
D	2,1%	CgTR L. superior: 191.808 kWh/ano	0,2%	419
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 837 kWh/ano	0,4%	-
		Amplitude total (máx-min): 1.675 kWh/ano	0,9%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso21- aPAR 10%_paf65
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	1
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8	10%	0,5	0,4500	0,5500	0,01618	qnorm	aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

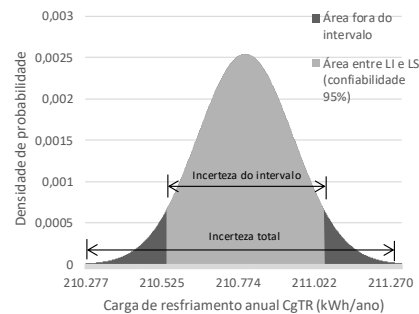
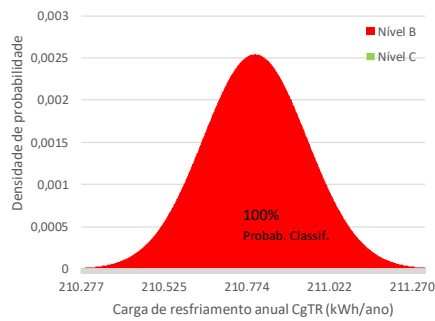
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,65	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	GC				
	A >	B >	C >	D ≤	E <
18	0,15				5%
Nível	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
E	-7,4%	CgTR L. inferior: 210.541 kWh/ano	0,1%	258
E	-7,6%	CgTR Edifício real: 210.799 kWh/ano	-	-
E	-7,7%	CgTR L. superior: 211.057 kWh/ano	0,1%	258
CgTR.ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 516 kWh/ano	0,2%	-
		Amplitude total (máx.-mín): 1.034 kWh/ano	0,5%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso25- Ucob 10%_acob0.2
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	gnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

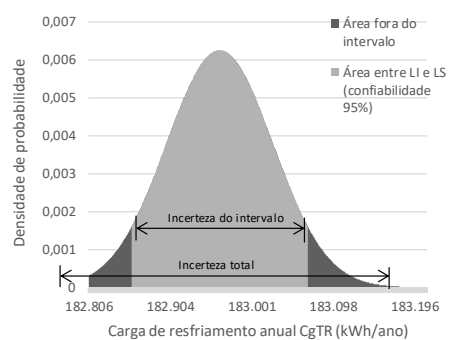
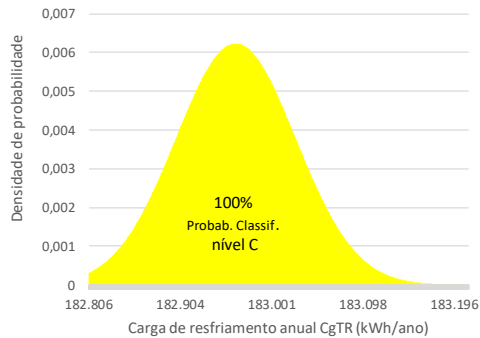
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob		
11	aCOB	0.2	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2.6	
14	AZI	0.90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	I		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)	
C	6,7%	CgTR L. inferior: 182.858 kWh/ano	0,1%	105	
C	6,6%	CgTR Edifício real: 182.963 kWh/ano	-	-	
C	6,6%	CgTR L. superior: 183.068 kWh/ano	0,1%	105	
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI):	210 kWh/ano	0,1%	-
		Amplitude total (máx-min):	405 kWh/ano	0,2%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso25- Ucob 10%_acob0.2
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	SoboI (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	qnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOlisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

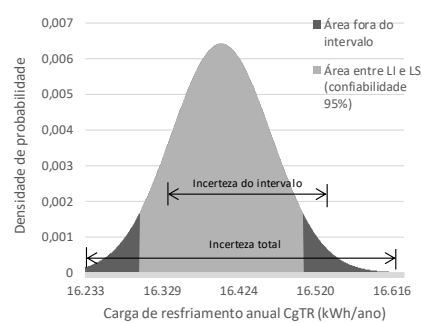
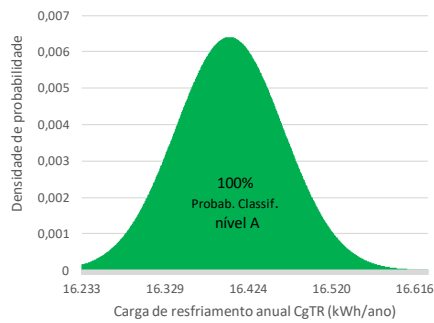
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob		
11	aCOB	0.2	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2.6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOlisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. cobertura
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balano

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17.487	18.516	19.544	19.544	20.573
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	20,8%	CgTR L. inferior: 16.301 kWh/ano	0,6%	102
A	20,3%	CgTR Edifício real: 16.403 kWh/ano	-	-
A	19,8%	CgTR L. superior: 16.505 kWh/ano	0,6%	102
CgTR ref (kWh/ano):	20.573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 205 kWh/ano	1,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 398 kWh/ano	2,4%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso26- Ucob 10%_acob0.5
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	qnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

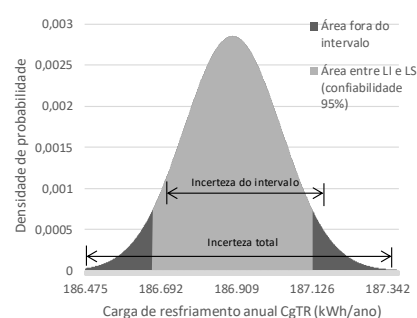
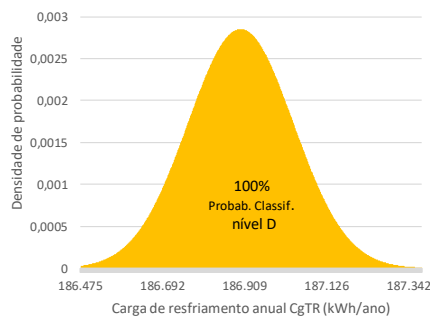
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob		
11	aCOB	0.5	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2.6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	186.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	4,7%	CgTR L. inferior: 186.669 kWh/ano	0,1%	230
D	4,6%	CgTR Edifício real: 186.899 kWh/ano	-	-
D	4,5%	CgTR L. superior: 187.129 kWh/ano	0,1%	230
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 460 kWh/ano	0,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 903 kWh/ano	0,5%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso26- Ucob 10%_acob0.5
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobel (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	qnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

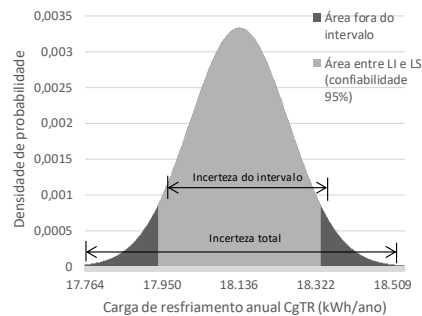
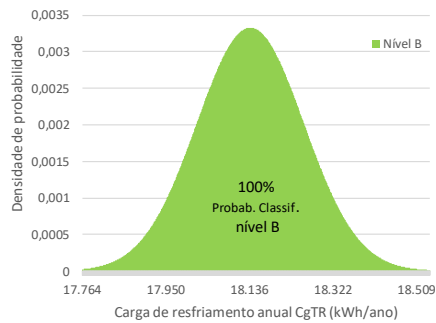
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob		
11	aCOB	0.5	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2.6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17.487	18.516	19.544	19.544	20.573
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
B	12,8%	CgTR L. inferior: 17.941 kWh/ano	1,1%	197
B	11,8%	CgTR Edifício real: 18.138 kWh/ano	-	-
B	10,9%	CgTR L. superior: 18.335 kWh/ano	1,1%	197
CgTR ref (kWh/ano):	20.573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 394 kWh/ano	2,2%	-
		Amplitude total (máx-mín): 776 kWh/ano	4,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso27- Ucob 10%_acob0.8
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	qnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

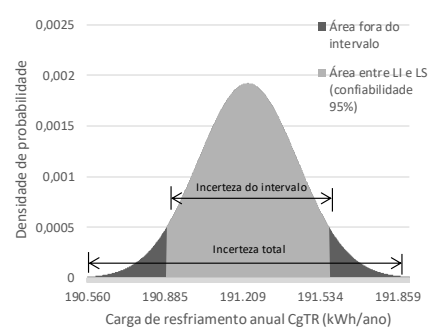
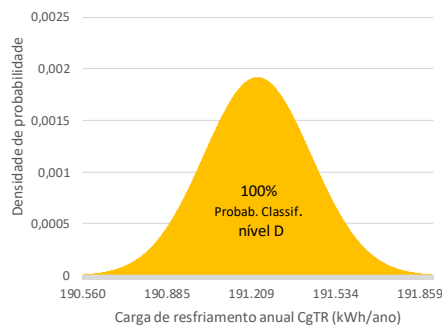
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob		
11	aCOB	0.8	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2.6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balauço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica		%	Difer.pl/ edif. Real (kWh/ano)
D	2,6%	CgTR L. inferior:	190.892 kWh/ano	0,2%	342
D	2,4%	CgTR Edifício real:	191.233 kWh/ano	-	-
D	2,2%	CgTR L. superior:	191.575 kWh/ano	0,2%	342
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI):	684 kWh/ano	0,4%	-
		Amplitude total (máx-mín):	1.351 kWh/ano	0,7%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso27- Ucob 10%_acob0.8
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10	10%	2	1,8000	2,2000	0,06472	qnorm	Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

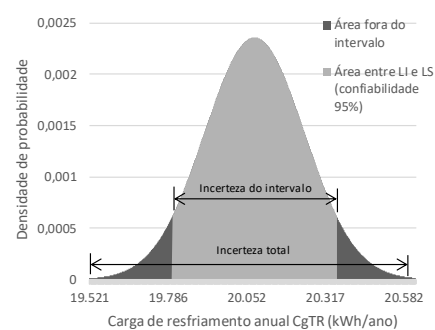
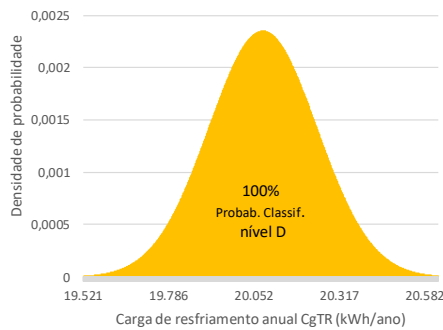
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob		
11	aCOB	0,8	
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17,487	18,516	19,544	19,544	20,573
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
D	3,8%	CgTR L. inferior: 19.801 kWh/ano	1,4%	279
D	2,4%	CgTR Edifício real: 20.079 kWh/ano	-	-
D	1,0%	CgTR L. superior: 20.358 kWh/ano	1,4%	279
CgTR ref (kWh/ano):	20,573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 557 kWh/ano	2,8%	-
		Amplitude total (máx-min): 1.104 kWh/ano	5,5%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso28-acob7-10%_U0,51
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variacão %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	gnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

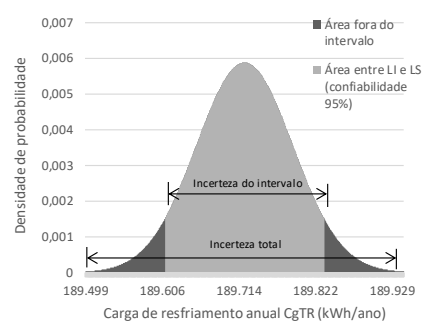
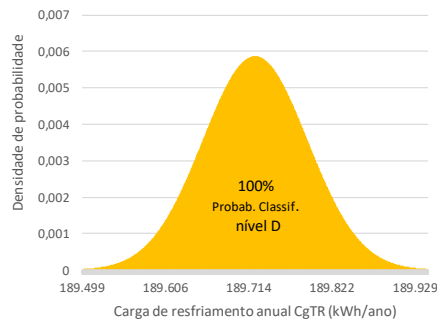
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	0,51	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	3,2%	CgTR L. inferior: 189.611 kWh/ano	0,1%	112
D	3,2%	CgTR Edifício real: 189.722 kWh/ano	-	-
D	3,1%	CgTR L. superior: 189.834 kWh/ano	0,1%	112
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 224 kWh/ano	0,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 448 kWh/ano	0,2%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso28- acob 0,7 10%_Ucob0,51
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	qnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

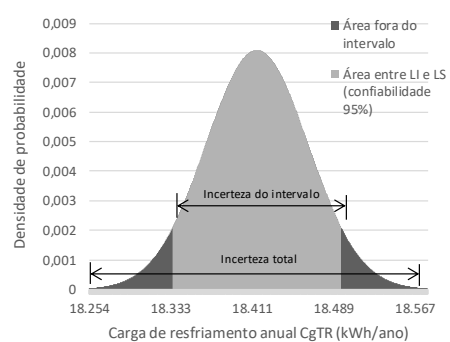
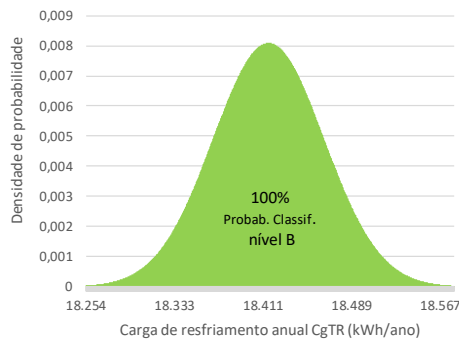
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	0,51	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17.487	18.516	19.544	19.544	20.573
Probab.	0%	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
B	10,9%	CgTR L. inferior: 18.335 kWh/ano	0,4%	81
B	10,5%	CgTR Edifício real: 18.416 kWh/ano	-	-
B	10,1%	CgTR L. superior: 18.497 kWh/ano	0,4%	81
CgTR ref (kWh/ano):	20.573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 162 kWh/ano	0,9%	-
		Amplitude total (máx-min): 326 kWh/ano	1,8%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso29-acob7-10%_U2,0
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	qnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

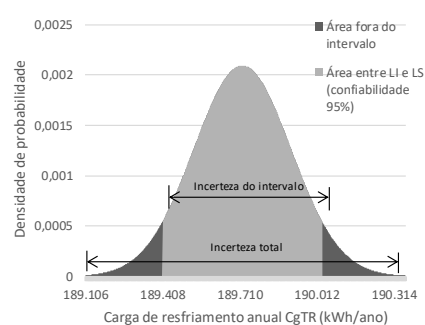
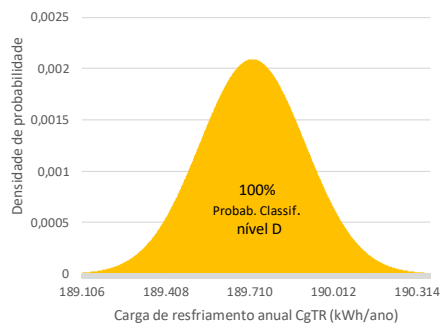
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balauço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	3,3%	CgTR L. inferior: 189.407 kWh/ano	0,2%	314
D	3,2%	CgTR Edifício real: 189.721 kWh/ano	-	-
D	3,0%	CgTR L. superior: 190.035 kWh/ano	0,2%	314
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 628 kWh/ano	0,3%	-
		Amplitude total (máx-mín): 1.257 kWh/ano	0,7%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso29- acob 0,7 10%_Ucob2
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Varição %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	qnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

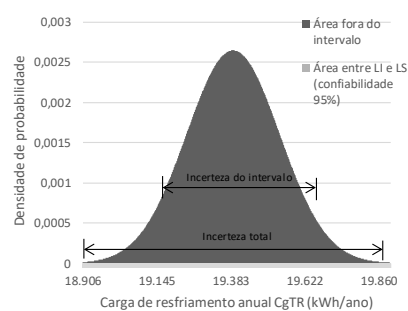
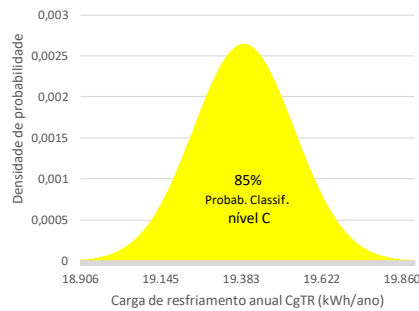
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0.4	
2	FS	0.87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2.39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5.7	
10	Ucob	2	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2.6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14.1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0.1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0.5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17.487	18.516	19.544	19.544	20.573
Probab.	0%	0%	85%	15%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.pl/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,0%	CgTR L. inferior: 19.143 kWh/ano	1,3%	248
C	5,7%	CgTR Edifício real: 19.391 kWh/ano	-	-
D	4,5%	CgTR L. superior: 19.639 kWh/ano	1,3%	248
CgTR ref (kWh/ano):	20.573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 496 kWh/ano	2,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 993 kWh/ano	5,1%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso29-acob7-10%_U2,0

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobof (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	qnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

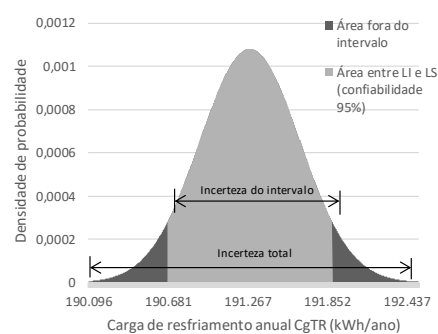
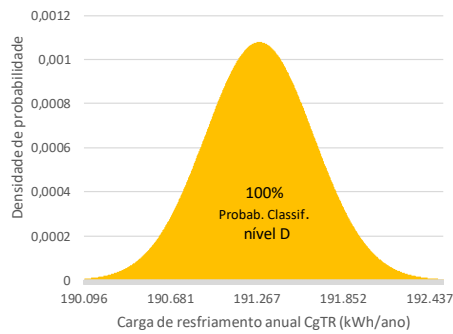
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	2	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRGgTT	I		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	186.153	195.951
Probab.	0%	0%	0%	100%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
D	2,7%	CgTR L. inferior: 190.676 kWh/ano	0,3%	608
D	2,4%	CgTR Edifício real: 191.284 kWh/ano	-	-
D	2,1%	CgTR L. superior: 191.893 kWh/ano	0,3%	608
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 1.216 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-min): 2.437 kWh/ano	1,3%	-



ID ANÁLISE: IC LOCAL - Caso30- acob 0,7 10%_Ucob5,07
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 1 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e intern):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							PAF				
2							FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11	10%	0,7	0,6300	0,7700	0,02265	qnorm	aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

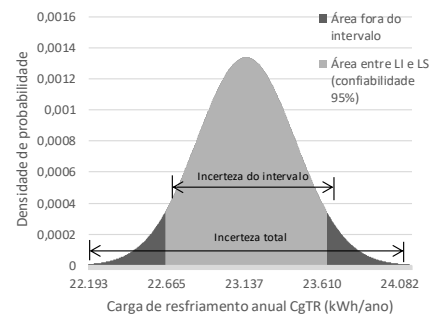
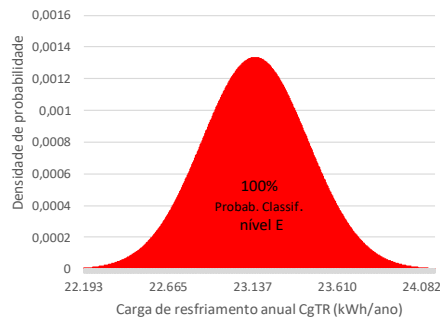
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,4	
2	FS	0,87	
3	AVS	0	
4	AOV	0	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID	5,7	
10	Ucob	5,07	
11	aCOB		
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >	B >	C >	D ≤	E <
% Redução	15%	10%	5%	5%	0%
CgTR limite	17,487	18,516	19,544	19,544	20,573
Probab.	0%	0%	0%	0%	100%

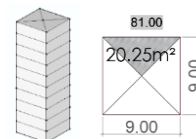
Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
E	-10,1%	CgTR L. inferior: 22.661 kWh/ano	2,1%	490
E	-12,5%	CgTR Edifício real: 23.151 kWh/ano	-	-
E	-14,9%	CgTR L. superior: 23.641 kWh/ano	2,1%	490
CgTR ref (kWh/ano):	20.573	Ampl. do intervalo (LS-LI): 981 kWh/ano	4,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 1.965 kWh/ano	8,5%	-



APÊNDICE 5: RESULTADO DAS ANÁLISES DE INCERTEZA GLOBAL

1- CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EDIFÍCIO

ID tipologia	Tipo 01	Área total edifício (m²)	810
Tipo de planta baixa	Pequeno porte /Compacta	Pé direito (m)	2,6
Dimensões (m) e área planta (m²)	9m x 9m (81m²)	FA Fator Altura	0,1
Nº de pavtos	10 pav (referência)	FF Fator Forma	0,48



2- DADOS DO EDIFÍCIO

Nº Zonas térmicas:	12	Área total edifício (m²):	810,00	Carga total edifício CgTR (kWh/ano):	161.873,31
--------------------	----	---------------------------	--------	--------------------------------------	------------

3- DADOS DAS ZONAS TÉRMICAS DO EDIFÍCIO

Zonas térmicas do Edifício						Carga térmica das zonas - Edifício Real			Edif. Referência		
Pav.	Qde	Tipo Pav.	ID ZT	Área (m²)	Área x qde (m²)	DCgTR (kWh/ano/m²)	CgTR (kWh/ano)	CgTR ZT / CgTR edif (%)	CgTRpav / CgTRedif (%)	DCgTR referência	CgTR ref (kWh/ano)
1	1	Térreo	1 N_t	20,25	20,25	191	3.868	2%	10%	223,12	4518
1	1		2 S_t	20,25	20,25	188	3.811	2%		216,23	4379
1	1		3 L_t	20,25	20,25	193	3.906	2%		224,79	4552
1	1		4 O_t	20,25	20,25	190	3.856	2%		226,15	4580
2-9	8	Intern.	5 N_j	20,25	162,00	198	32.001	20%	79%	241,92	39191
2-9	8		6 S_j	20,25	162,00	194	31.501	19%		233,22	37782
2-9	8		7 L_j	20,25	162,00	200	32.343	20%		242,98	39363
2-9	8		8 O_j	20,25	162,00	198	32.014	20%		245,61	39789
10	1	Cobert.	9 N_c	20,25	20,25	229	4.644	3%	11%	269,67	5461
10	1		10 S_c	20,25	20,25	227	4.600	3%		261,86	5303
10	1		11 L_c	20,25	20,25	232	4.690	3%		271,43	5496
10	1		12 O_c	20,25	20,25	229	4.641	3%		273,5	5538
		Interna									

4- CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS TÉRMICAS

ZTs	WWR	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	aCOB	CTcob	Ucob	AZI
1	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	0
2	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	180
3	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	90
4	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	270
5	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	0
6	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	180
7	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	90
8	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	270
9	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	0
10	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	180
11	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	90
12	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	270

ID ANÁLISE: 10% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envolvória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

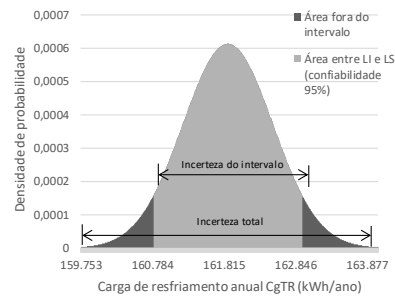
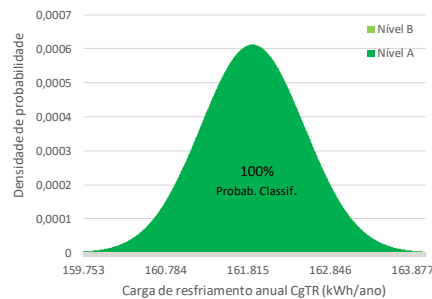
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética				
GC	CRCgTT	i		
18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=
% Redução	15%	10%	5%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	17,9%	CgTR L. inferior: 160.801 kWh/ano	0,7%	1.072
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.873 kWh/ano	-	-
A	16,8%	CgTR L. superior: 162.946 kWh/ano	0,7%	1.072
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.145 kWh/ano	1,3%	-
		Amplitude total (máx-min): 4.292 kWh/ano	2,7%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envolória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	2
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

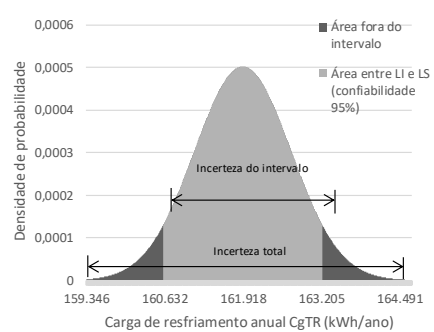
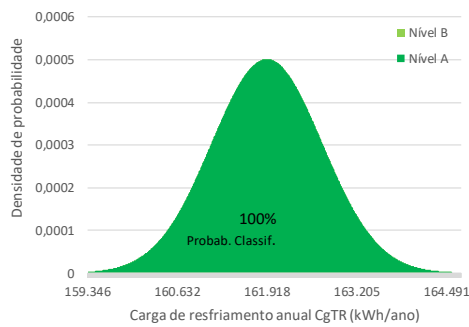
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,0%	CgTR L. inferior: 160.608 kWh/ano	0,8%	1.309
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.917 kWh/ano	-	-
A	16,7%	CgTR L. superior: 163.225 kWh/ano	0,8%	1.309
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.618 kWh/ano	1,6%	-
		Amplitude total (máx-min): 5.355 kWh/ano	3,3%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-3-fs+paf+aov

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envolvente 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	3
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3							AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

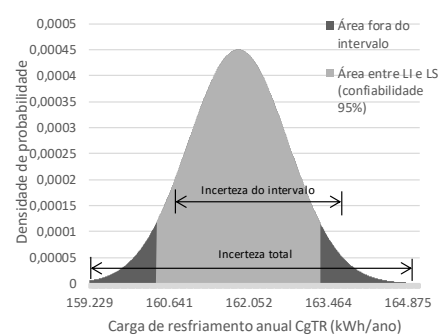
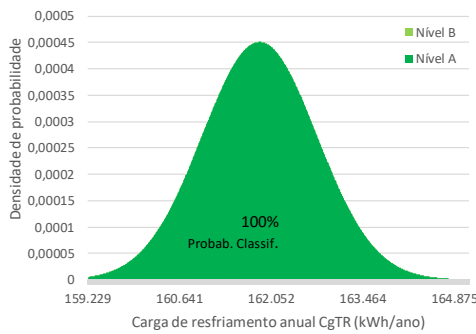
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,1%	CgTR L. inferior: 160.418 kWh/ano	0,9%	1.456
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.875 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.331 kWh/ano	0,9%	1.456
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.913 kWh/ano	1,8%	-
		Amplitude total (máx-min): 5.875 kWh/ano	3,6%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-4-fs+paf+aov+avs
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	4
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

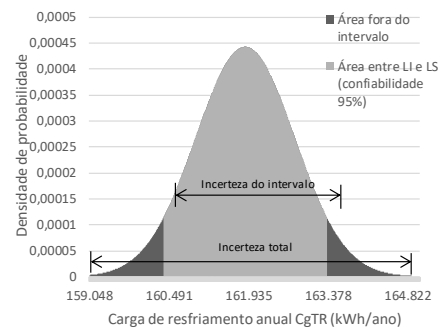
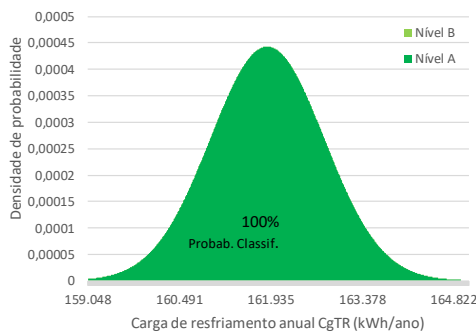
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,1%	CgTR L. inferior: 160.397 kWh/ano	0,9%	1.482
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.879 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.361 kWh/ano	0,9%	1.482
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 2.965 kWh/ano	1,8%	-
		Amplitude total (máx-min): 6.008 kWh/ano	3,7%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-5-fs+paf+aov+avs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ. (zt ter e interm.):	5
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variacão %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOlisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

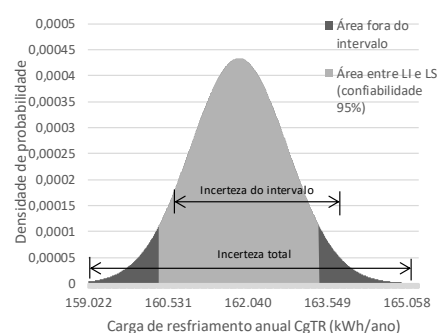
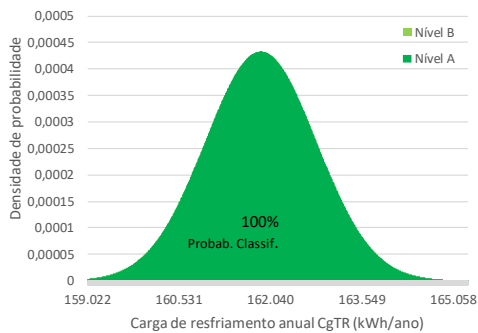
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOlisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.367 kWh/ano	0,9%	1.516
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.883 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.399 kWh/ano	0,9%	1.516
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.031 kWh/ano	1,9%	-
		Amplitude total (máx-min): 6.280 kWh/ano	3,9%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-6-fs+paf+avov+avs+uvid+Upar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern.):	6
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,151	2,629	0,07735	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

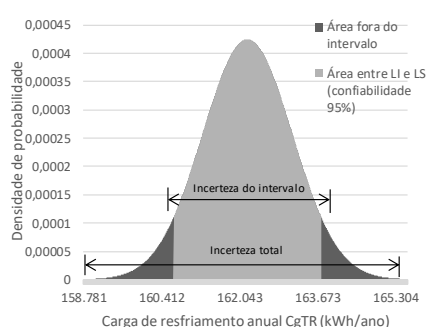
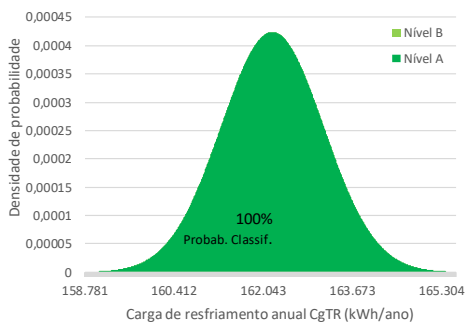
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	GC				
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
GC	18	0,15			5%
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,0%	CgTR L. inferior: 160.663 kWh/ano	1,0%	1.547
A	17,2%	CgTR Edifício real: 162.211 kWh/ano	-	-
A	16,4%	CgTR L. superior: 163.758 kWh/ano	1,0%	1.547
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.095 kWh/ano	1,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.788 kWh/ano	4,2%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-7-fs+paf+aov+avs+uvid+Upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	7
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobof (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INF-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Varição %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,151	2,629	0,07735	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

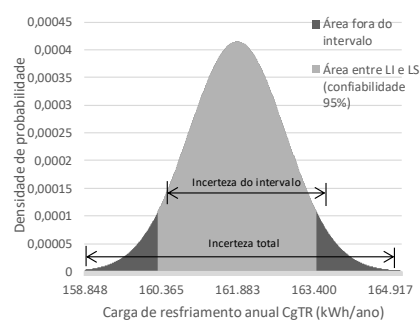
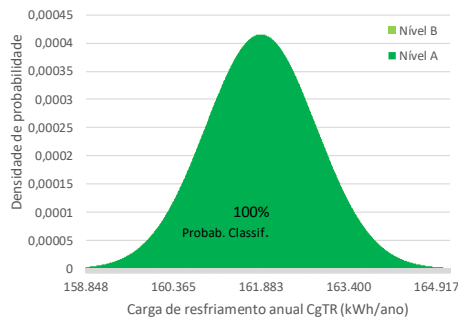
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.301 kWh/ano	1,0%	1.581
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.882 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.463 kWh/ano	1,0%	1.581
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.162 kWh/ano	2,0%	-
		Amplitude total (máx-min): 6.315 kWh/ano	3,9%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-8-fs+paf+aov+avs+uvid+Upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ. (zt ter e interm.):	8
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variacão %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	10%	2,39	2,151	2,629	0,07735	qnorm	Upar				
7	10%	150	135	165	4,85437	qnorm	CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISoIsol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

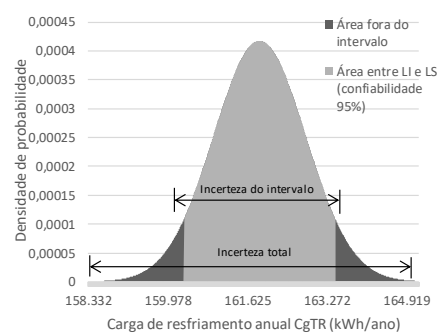
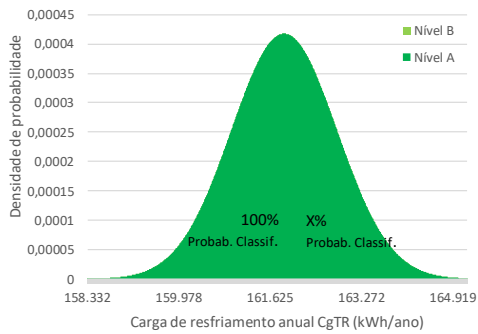
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISoIsol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.308 kWh/ano	1,0%	1.572
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.881 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.453 kWh/ano	1,0%	1.572
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.145 kWh/ano	1,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.855 kWh/ano	4,2%	-



ID ANÁLISE: IC-RAC percentuais-fs+paf+ao+av+uvid+Upar+apar+ctpar

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf0-fs66-somb40)

Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ. (zt ter e interm.):	8
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIACÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variacão %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,6	0,5100	0,6900	0,02913	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AVS				
4	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	5%	2,39	2,2705	2,5095	0,03867	qnorm	Upar				
7	5%	150	142,5	157,5	2,42718	qnorm	CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISoIsol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

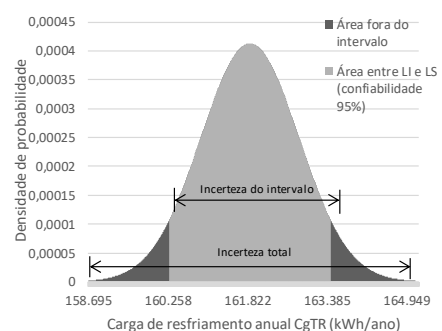
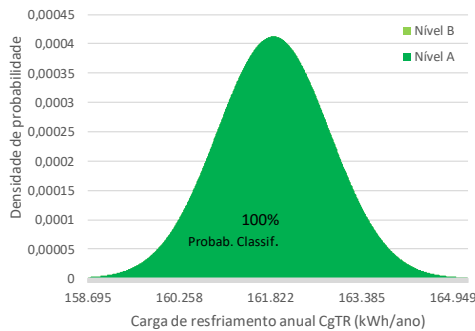
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISoIsol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.284 kWh/ano	1,0%	1.591
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.875 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.466 kWh/ano	1,0%	1.591
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.182 kWh/ano	2,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.508 kWh/ano	4,0%	-



ID ANÁLISE: IC-SA percentuais conforme SENSIBILIDADE-fs+paf+aov+avs+uvid+Upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	5%	0,66	0,6270	0,6930	0,01068	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

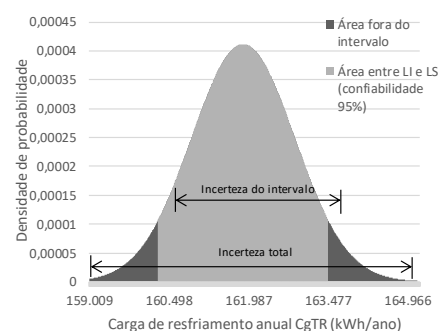
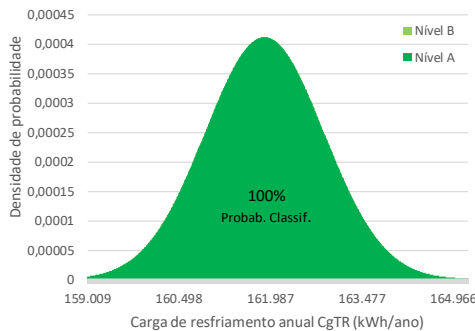
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.297 kWh/ano	1,0%	1.595
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.892 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.487 kWh/ano	1,0%	1.595
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.190 kWh/ano	2,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.198 kWh/ano	3,8%	-



20%

ID ANÁLISE: 20% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abraçgência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	1
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (K) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

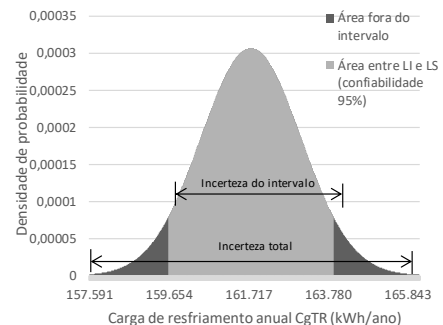
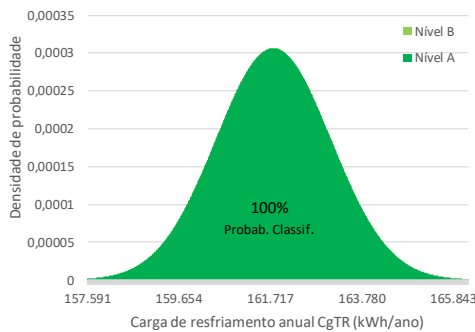
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer. p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,5%	CgTR L. inferior: 159.645 kWh/ano	1,3%	2.141
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.786 kWh/ano	-	-
A	16,3%	CgTR L. superior: 163.927 kWh/ano	1,3%	2.141
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.283 kWh/ano	2,6%	-
		Amplitude total (máx-min): 8.586 kWh/ano	5,3%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	2
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

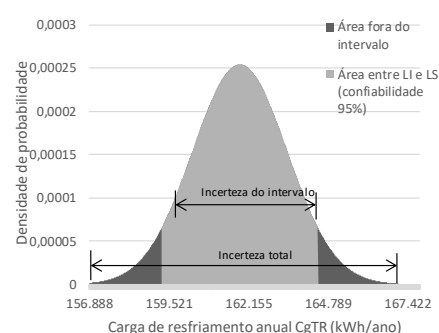
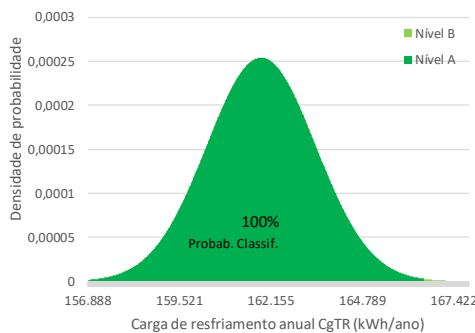
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética					Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
GC	CRCgTT	i							
18	0,15	5%							
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <				
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%				
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951				
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%				

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,7%	CgTR L. inferior: 159.291 kWh/ano	1,6%	2.585
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.876 kWh/ano	-	-
A	16,1%	CgTR L. superior: 164.461 kWh/ano	1,6%	2.585
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.171 kWh/ano	3,2%	-
		Amplitude total (máx-min): 10.962 kWh/ano	6,8%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-3-fs+paf-av

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	3
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3							AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOsol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

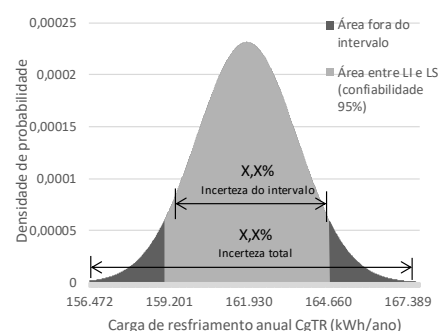
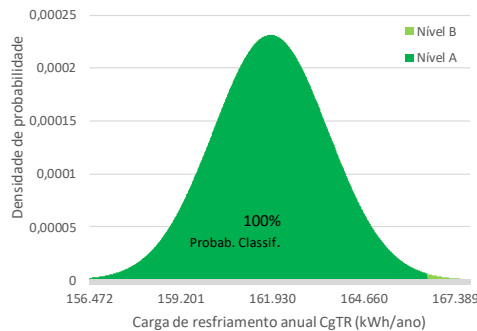
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOsol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,8%	CgTR L. inferior: 159.045 kWh/ano	1,8%	2.837
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.881 kWh/ano	-	-
A	15,9%	CgTR L. superior: 164.718 kWh/ano	1,8%	2.837
CgTR ref (kWh/ano): 195.951		Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.673 kWh/ano	3,5%	-
		Amplitude total (máx-min): 11.360 kWh/ano	7,0%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-4-fs+paf+raov+avs

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	4
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

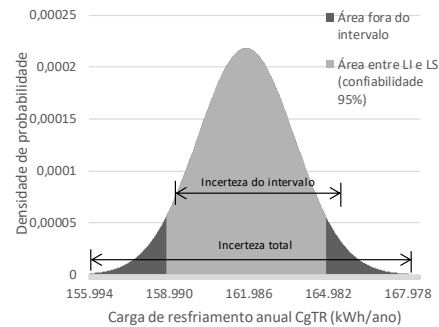
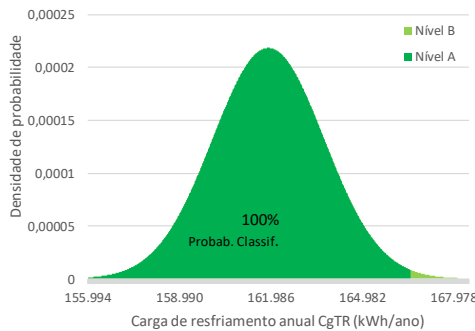
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,9%	CgTR L. inferior: 158.898 kWh/ano	1,9%	3.007
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.905 kWh/ano	-	-
A	15,8%	CgTR L. superior: 164.913 kWh/ano	1,9%	3.007
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.015 kWh/ano	3,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 12.471 kWh/ano	7,7%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-5-fs+paf+ao+vavs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	5
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

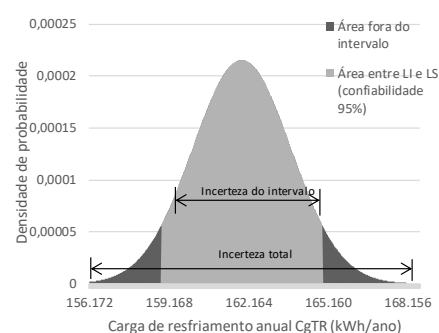
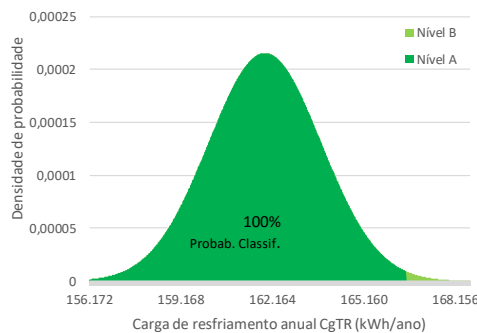
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,9%	CgTR L. inferior: 158.873 kWh/ano	1,9%	3.046
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.920 kWh/ano	-	-
A	15,8%	CgTR L. superior: 164.966 kWh/ano	1,9%	3.046
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.093 kWh/ano	3,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 12.472 kWh/ano	7,7%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-6-fs+paf+ao+v+uvid+upar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	6
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

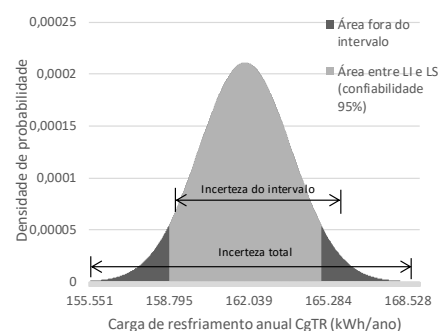
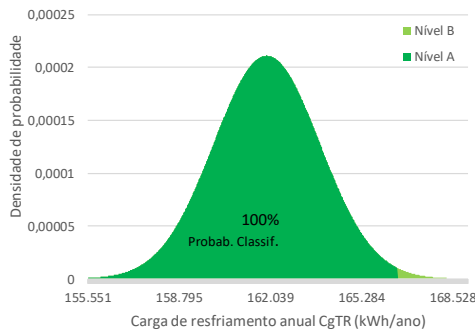
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,0%	CgTR L. inferior: 158.802 kWh/ano	1,9%	3.111
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.913 kWh/ano	-	-
A	15,8%	CgTR L. superior: 165.023 kWh/ano	1,9%	3.111
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.221 kWh/ano	3,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 13.504 kWh/ano	8,3%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-7-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	7
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

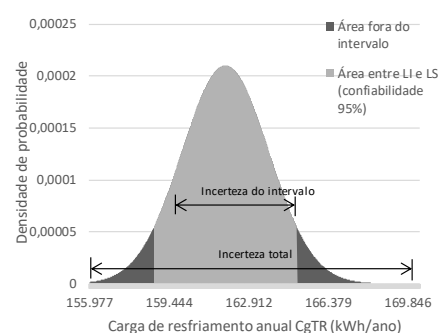
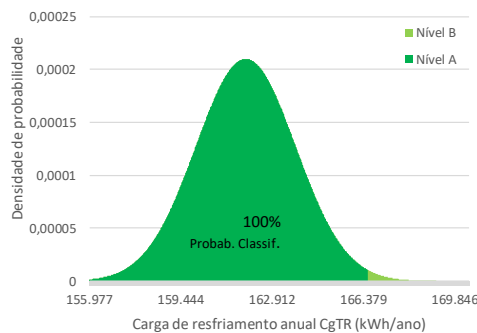
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,0%	CgTR L. inferior: 158.789 kWh/ano	1,9%	3.126
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.915 kWh/ano	-	-
A	15,8%	CgTR L. superior: 165.040 kWh/ano	1,9%	3.126
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.251 kWh/ano	3,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 14.432 kWh/ano	8,9%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-8-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	20%	0,6	0,4800	0,7200	0,03883	qnorm	WWR				
2	20%	0,66	0,5280	0,7920	0,04272	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7	20%	150	120	180	9,70874	qnorm	CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

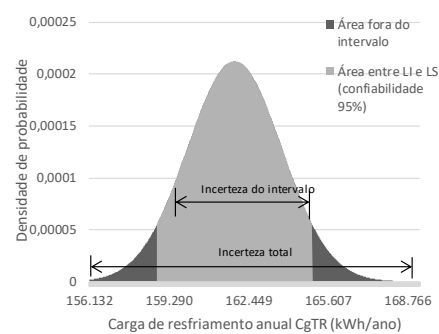
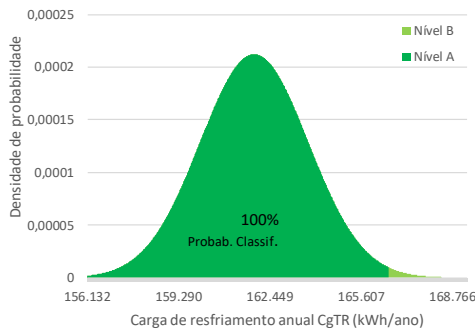
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,0%	CgTR L. inferior: 158.813 kWh/ano	1,9%	3.093
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.907 kWh/ano	-	-
A	15,8%	CgTR L. superior: 165.000 kWh/ano	1,9%	3.093
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.186 kWh/ano	3,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 13.147 kWh/ano	8,1%	-



30%

ID ANÁLISE: 30% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (z1 ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobel' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (K) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesVP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

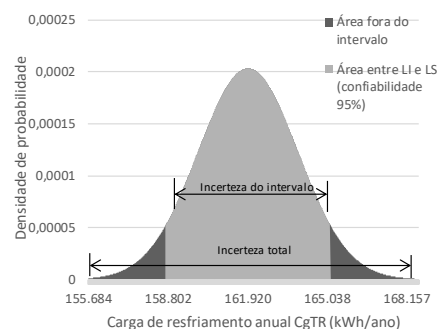
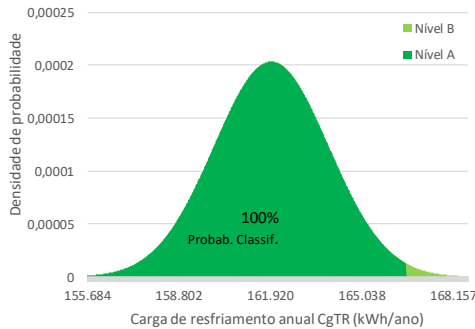
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Intervalo de classificação energética	GC				
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
GC	18	0,15			5%
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	99%	1%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,0%	CgTR L. inferior: 158.722 kWh/ano	2,0%	3.228
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.950 kWh/ano	-	-
A	15,7%	CgTR L. superior: 165.178 kWh/ano	2,0%	3.228
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.456 kWh/ano	4,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 12.980 kWh/ano	8,0%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	2
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

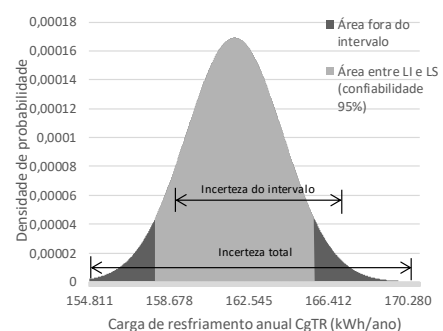
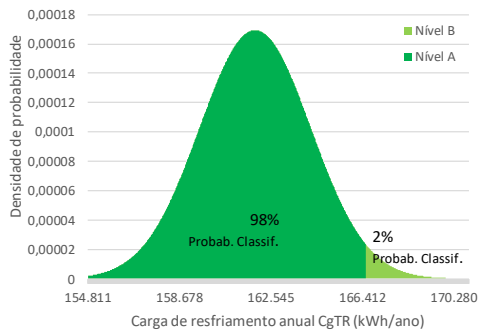
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRGTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	98%	2%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,4%	CgTR L. inferior: 158.004 kWh/ano	2,4%	3.878
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.882 kWh/ano	-	-
A	15,4%	CgTR L. superior: 165.760 kWh/ano	2,4%	3.878
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 7.756 kWh/ano	4,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 16.098 kWh/ano	9,9%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-3-fs+paf+aoV

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	3
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

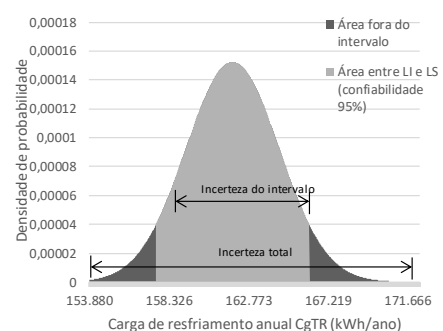
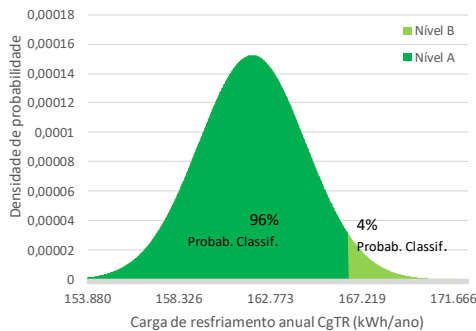
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	96%	4%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,6%	CgTR L. inferior: 157.591 kWh/ano	2,7%	4.304
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.896 kWh/ano	-	-
A	15,2%	CgTR L. superior: 166.200 kWh/ano	2,7%	4.304
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 8.608 kWh/ano	5,3%	-
		Amplitude total (máx-mín): 18.508 kWh/ano	11,4%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-4-fs+paf+raov+avs

Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	4
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

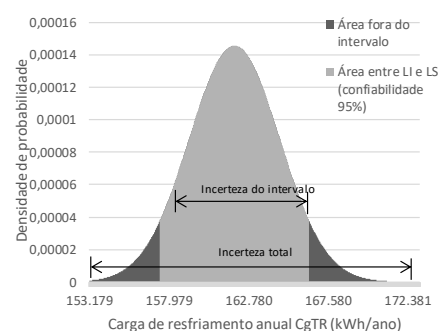
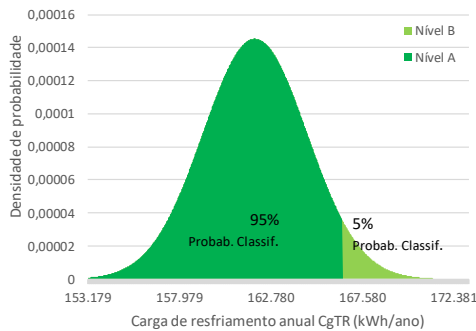
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	95%	5%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,7%	CgTR L. inferior: 157.432 kWh/ano	2,8%	4.514
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.946 kWh/ano	-	-
A	15,1%	CgTR L. superior: 166.460 kWh/ano	2,8%	4.514
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.027 kWh/ano	5,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 19.982 kWh/ano	12,3%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-5-fs+paf+ao+vavs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	5
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

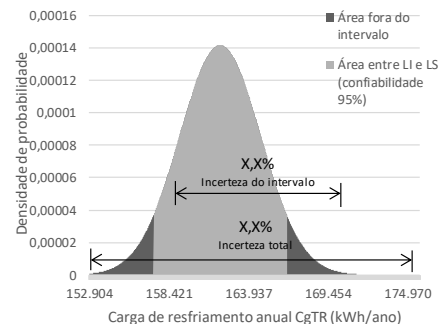
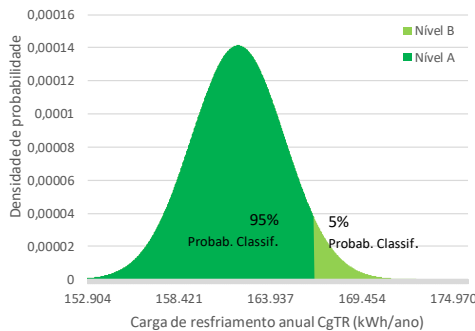
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	95%	5%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,7%	CgTR L. inferior: 157.348 kWh/ano	2,9%	4.640
A	17,3%	CgTR Edifício real: 161.988 kWh/ano	-	-
B	15,0%	CgTR L. superior: 166.627 kWh/ano	2,9%	4.640
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.279 kWh/ano	5,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 22.962 kWh/ano	14,2%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-6-fs+paf+ao+v+uvid+upar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abraçgência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	6
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

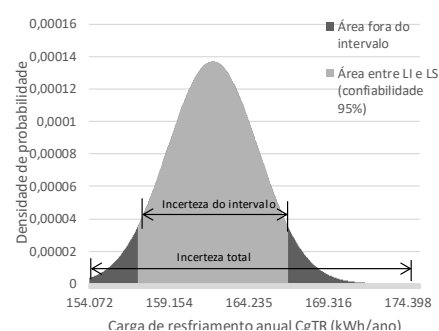
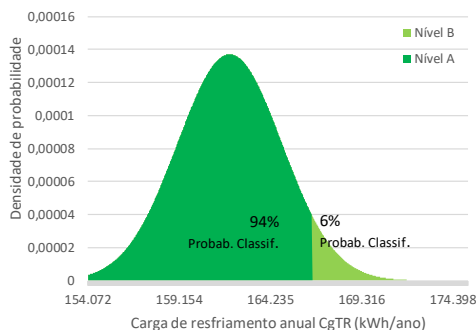
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	94%	6%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,8%	CgTR L. inferior: 157.184 kWh/ano	3,0%	4.788
A	17,3%	CgTR Edifício real: 161.972 kWh/ano	-	-
B	14,9%	CgTR L. superior: 166.760 kWh/ano	3,0%	4.788
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.576 kWh/ano	5,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 21.151 kWh/ano	13,1%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-7-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	7
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

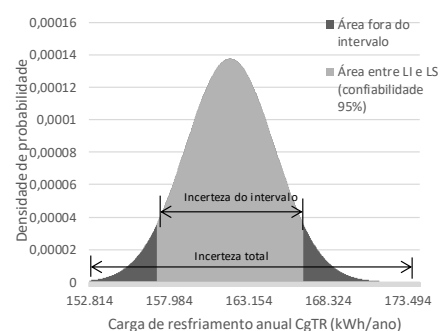
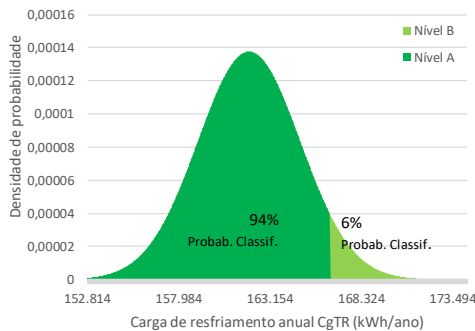
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	94%	6%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,8%	CgTR L. inferior: 157.202 kWh/ano	2,9%	4.769
A	17,3%	CgTR Edifício real: 161.971 kWh/ano	-	-
B	14,9%	CgTR L. superior: 166.740 kWh/ano	2,9%	4.769
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.539 kWh/ano	5,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 21.520 kWh/ano	13,3%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-8-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

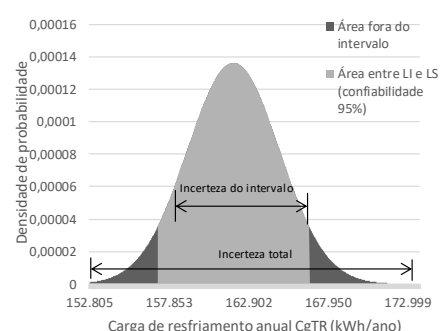
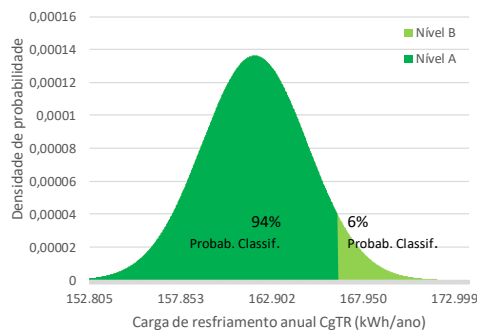
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

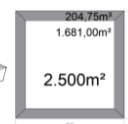
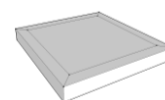
Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	94%	6%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	19,8%	CgTR L. inferior: 157.143 kWh/ano	3,0%	4.816
A	17,3%	CgTR Edifício real: 161.960 kWh/ano	-	-
B	14,9%	CgTR L. superior: 166.776 kWh/ano	3,0%	4.816
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.632 kWh/ano	5,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 21.014 kWh/ano	13,0%	-



1- CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EDIFÍCIO

ID tipologia	Tipo 07	Área total edifício (m²)	5000
Tipo de planta baixa	Grande porte /Compacta	Pé direito (m)	2,6
Dimensões (m) e área planta (m²)	50m x 50m (2500m²)	FA Fator Altura	0,5
Nº de pavtos	2 pavimentos	FF Fator Forma	0,08


2- DADOS DO EDIFÍCIO

Nº Zonas térmicas:	10	Área total edifício (m²):	5000,00	Carga total edifício CgTR (kWh/ano):	882.880
--------------------	----	---------------------------	---------	--------------------------------------	---------

3- DADOS DAS ZONAS TÉRMICAS DO EDIFÍCIO

Zonas térmicas do Edifício						Carga térmica das zonas - Edifício Real			Edif. Referência		
Pav.	Qde	Tipo Pav.	ID ZT	Área (m²)	Área x qde (m²)	DCgTR (kWh/ano/m²)	CgTR (kWh/ano)	CgTR ZT / CgTR edif (%)	CgTRpav / CgTRedif (%)	DCgTR referência	CgTR ref (kWh/ano)
1	1	Téreo	1 N_t	204,75	204,75	191	39.105	4%	18%	223,12	45684
1	1		2 S_t	204,75	204,75	188	38.532	4%		216,23	44273
1	1		3 L_t	204,75	204,75	193	39.490	4%		224,79	46026
1	1		4 O_t	204,75	204,75	190	38.991	4%		226,15	46304
		Intern.	-	0,00	0,00	0	0	0%	0%	241,92	0
			-	0,00	0,00	0	0	0%		233,22	0
			-	0,00	0,00	0	0	0%		242,98	0
			-	0,00	0,00	0	0	0%		245,61	0
2	1	Cobert.	9 N_c	204,75	204,75	229	46.951	5%	21%	269,67	55215
2	1		10 S_c	204,75	204,75	227	46.505	5%		261,86	53616
2	1		11 L_c	204,75	204,75	232	47.424	5%		271,43	55575
2	1		12 O_c	204,75	204,75	229	46.925	5%		273,5	55999
1	1	Interna	13 int_t	1681,00	1681,00	140	236.127	27%	61%	140,47	236127
2	1		14 int_c	1681,00	1681,00	180	302.830	34%		180,15	302830

4- CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS TÉRMICAS

ZTs	WWR	FS	AVS	AOV	AHS	Upar	CTpar	aPAR	UVID	aCOB	CTcob	Ucob	AZI
1	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	0
2	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	180
3	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	90
4	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	270
5													0
6													180
7													90
8													270
9	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	0
10	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	180
11	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	90
12	0,6	0,66	40	40	0	2,39	150	0,5	4,2	0,8	233	2,06	270
13	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,8	233	2,06	0
14	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,8	233	2,06	0
15													0

ID ANÁLISE: 10% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	1
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

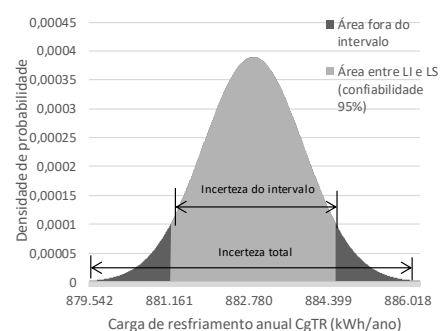
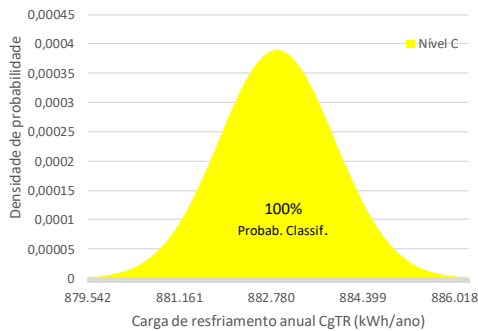
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,4%	CgTR L. inferior: 881.199 kWh/ano	0,2%	1.680
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,1%	CgTR L. superior: 884.566 kWh/ano	0,2%	1.686
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.366 kWh/ano	0,4%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.738 kWh/ano	0,8%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	2
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

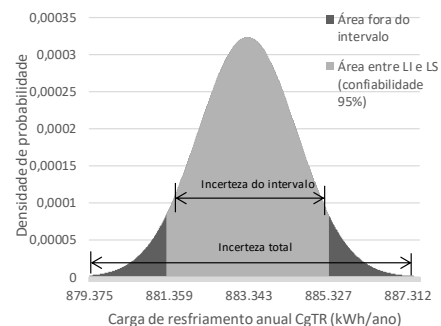
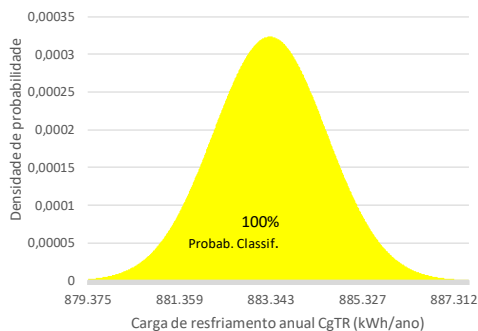
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,4%	CgTR L. inferior: 881.295 kWh/ano	0,2%	1.584
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.355 kWh/ano	0,2%	2.475
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.060 kWh/ano	0,5%	-
		Amplitude total (máx-mín): 8.260 kWh/ano	0,9%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-3-fs+paf+aoV

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	3
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

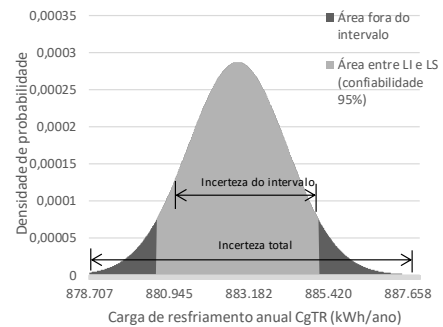
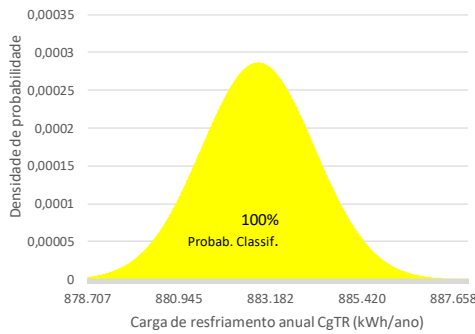
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.594 kWh/ano	0,3%	2.286
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.172 kWh/ano	0,3%	2.292
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.578 kWh/ano	0,5%	-
		Amplitude total (máx-mín): 9.314 kWh/ano	1,1%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-4-fs+paf+avov+avs

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	4
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

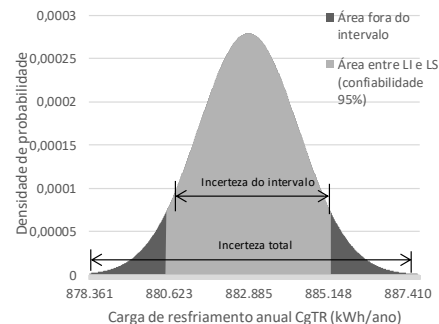
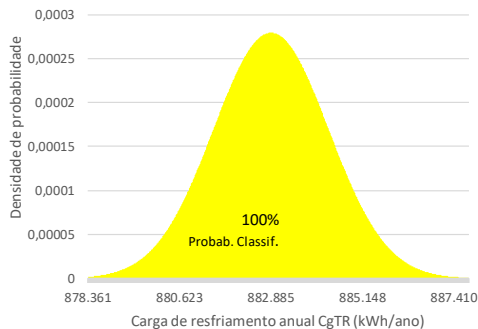
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRcGTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)	
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.540 kWh/ano	0,3%	2.340	
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-	
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.240 kWh/ano	0,3%	2.361	
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI):	4.700 kWh/ano	0,5%	-
		Amplitude total (máx-mín):	9.416 kWh/ano	1,1%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-5-fs+pf+raov+avs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	5
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

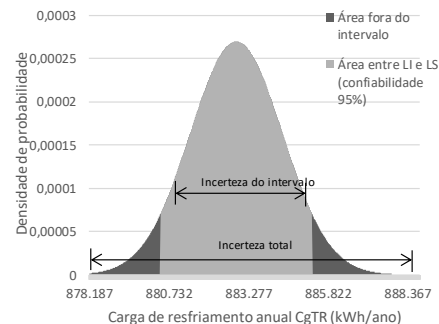
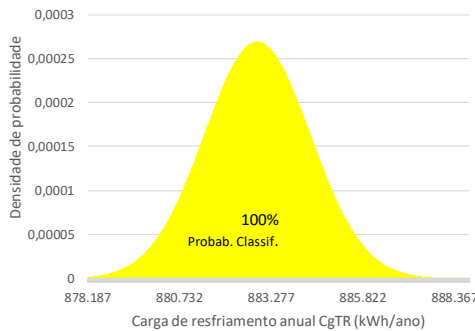
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.458 kWh/ano	0,3%	2.422
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.333 kWh/ano	0,3%	2.453
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.875 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 10.594 kWh/ano	1,2%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-6-fs+paf+ao+v+uvid+upar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	6
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

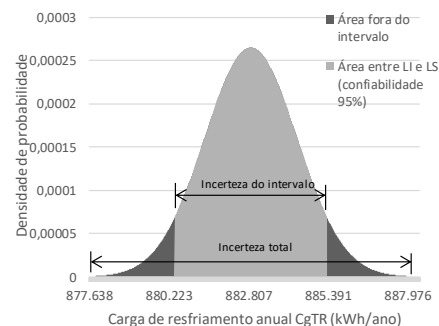
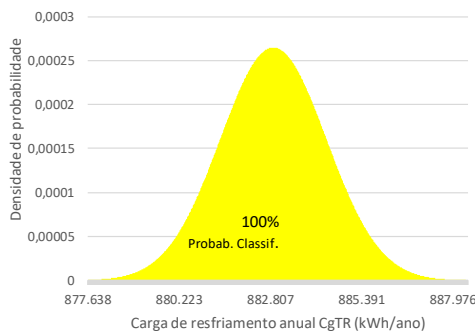
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)	
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.412 kWh/ano	0,3%	2.468	
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-	
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.371 kWh/ano	0,3%	2.491	
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI):	4.958 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín):	10.758 kWh/ano	1,2%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-7-fs+paf+ao+v+uvid+upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	7
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

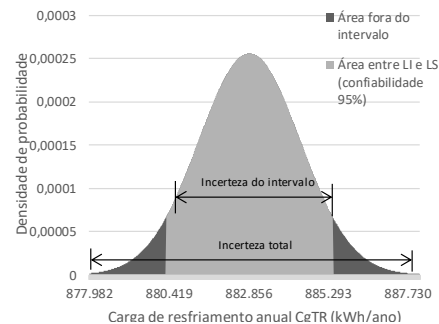
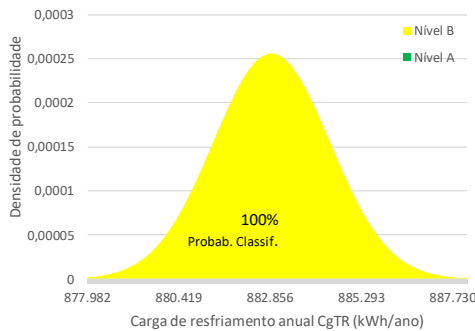
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.328 kWh/ano	0,3%	2.552
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.458 kWh/ano	0,3%	2.578
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.130 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 10.143 kWh/ano	1,1%	-



ID ANÁLISE: 10% IC-8-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

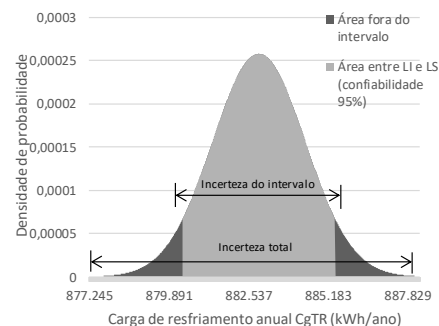
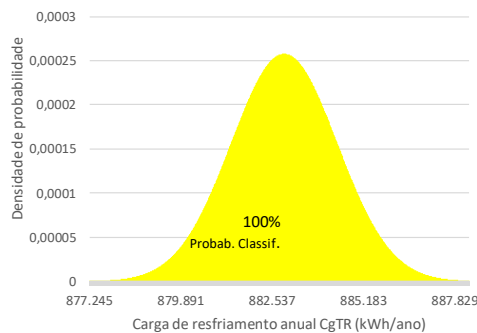
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.345 kWh/ano	0,3%	2.534
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.436 kWh/ano	0,3%	2.556
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.090 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 11.014 kWh/ano	1,2%	-



20%

ID ANÁLISE: 20% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

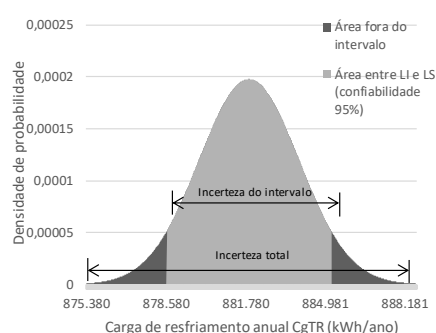
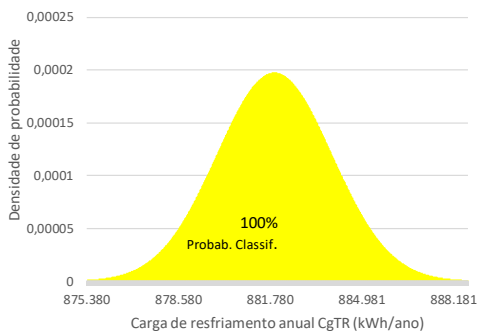
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,7%	CgTR L. inferior: 878.610 kWh/ano	0,4%	4.270
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.254 kWh/ano	0,4%	2.374
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 6.645 kWh/ano	0,8%	-
		Amplitude total (máx-min): 13.321 kWh/ano	1,5%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	2
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9						qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

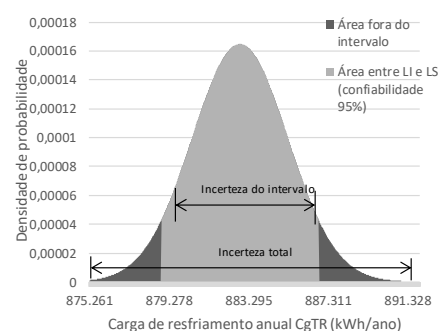
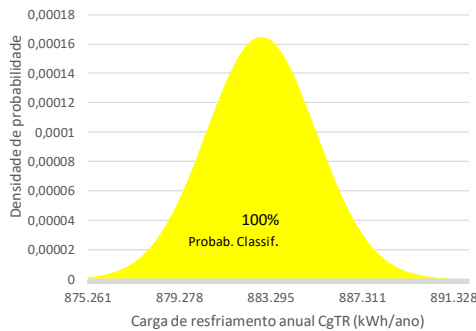
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,7%	CgTR L. inferior: 878.892 kWh/ano	0,5%	3.988
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,8%	CgTR L. superior: 886.862 kWh/ano	0,5%	3.982
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 7.969 kWh/ano	0,9%	-
		Amplitude total (máx-mín): 16.720 kWh/ano	1,9%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-3-fs+paf+aoV

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	3
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

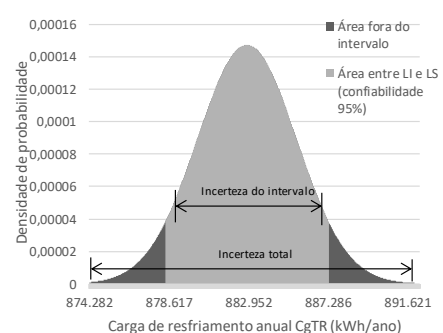
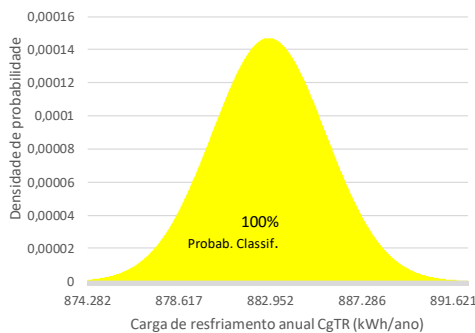
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,7%	CgTR L. inferior: 878.420 kWh/ano	0,5%	4.460
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,8%	CgTR L. superior: 887.345 kWh/ano	0,5%	4.465
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 8.924 kWh/ano	1,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 18.043 kWh/ano	2,0%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-4-fs+paf+raov+avs
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	4
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

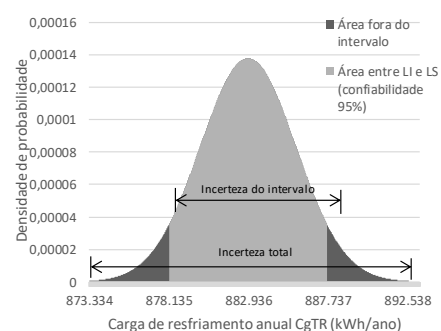
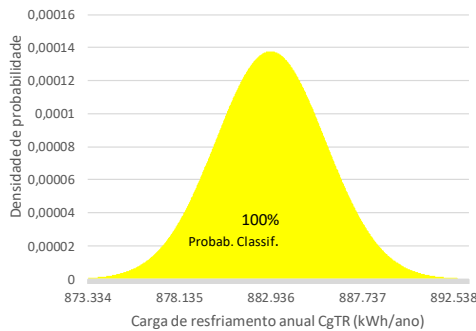
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,7%	CgTR L. inferior: 878.161 kWh/ano	0,5%	4.719
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,7%	CgTR L. superior: 887.689 kWh/ano	0,5%	4.809
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.528 kWh/ano	1,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 19.984 kWh/ano	2,3%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-5-fs+paf+raov+avs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	5
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

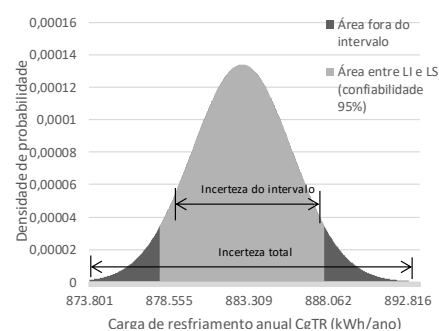
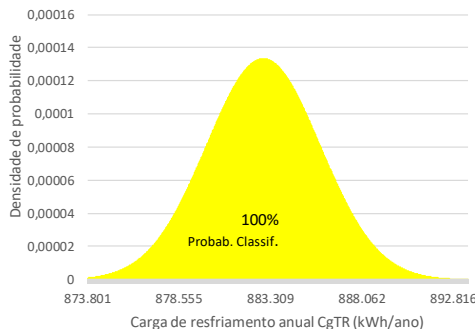
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,8%	CgTR L. inferior: 878.035 kWh/ano	0,6%	4.845
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,7%	CgTR L. superior: 887.848 kWh/ano	0,6%	4.968
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 9.813 kWh/ano	1,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 19.787 kWh/ano	2,2%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-6-fs+paf+ao+v+uvid+upar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	6
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

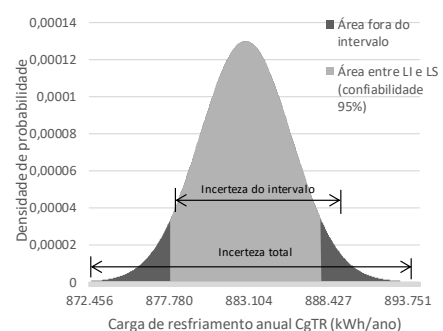
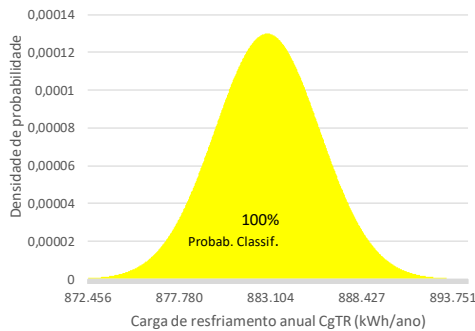
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,8%	CgTR L. inferior: 877.875 kWh/ano	0,6%	5.005
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,7%	CgTR L. superior: 887.980 kWh/ano	0,6%	5.100
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 10.105 kWh/ano	1,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 22.160 kWh/ano	2,5%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-7-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	7
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

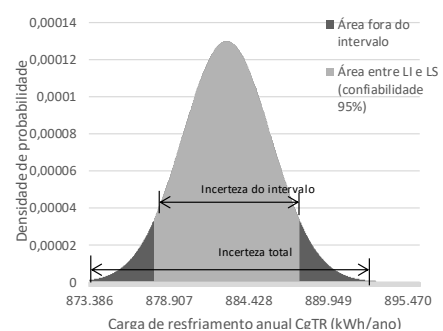
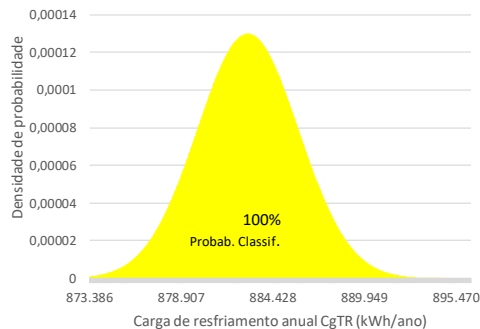
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,8%	CgTR L. inferior: 877.877 kWh/ano	0,6%	5.003
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,7%	CgTR L. superior: 887.984 kWh/ano	0,6%	5.104
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 10.107 kWh/ano	1,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 22.981 kWh/ano	2,6%	-



ID ANÁLISE: 20% IC-8-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

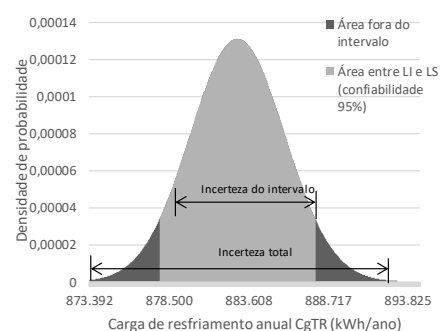
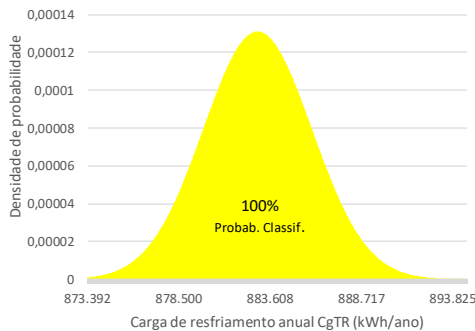
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,8%	CgTR L. inferior: 877.908 kWh/ano	0,6%	4.972
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,7%	CgTR L. superior: 887.923 kWh/ano	0,6%	5.043
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 10.015 kWh/ano	1,1%	-
		Amplitude total (máx-mín): 21.263 kWh/ano	2,4%	-



30%

ID ANÁLISE: 30% IC-1-fs

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	1
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	3000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1							WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

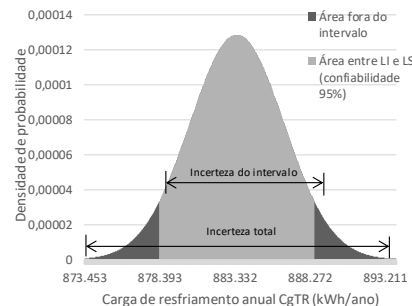
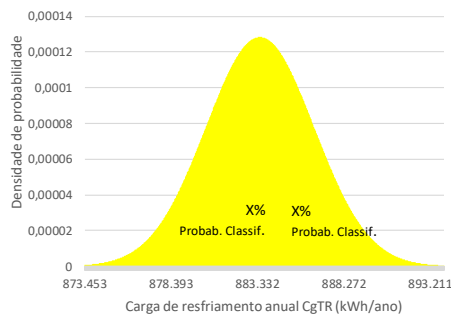
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR	0,6	
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
Nível	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,7%	CgTR L. inferior: 878.366 kWh/ano	0,6%	4.514
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,6%	CgTR L. superior: 888.592 kWh/ano	0,6%	5.712
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 10.226 kWh/ano	1,2%	-
		Amplitude total (máx-mín): 20.561 kWh/ano	2,3%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-2-fs+paf

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	2
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	4000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4							AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9						qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

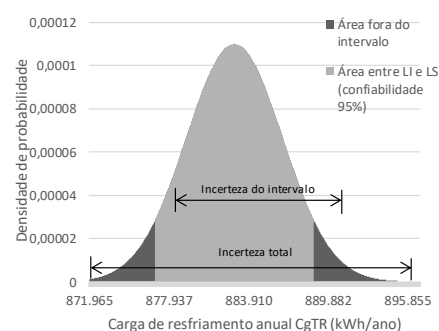
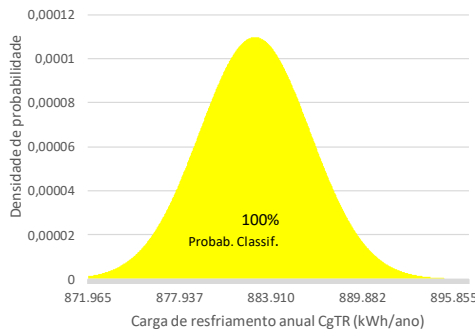
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV	40	
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,9%	CgTR L. inferior: 876.893 kWh/ano	0,7%	5.987
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,6%	CgTR L. superior: 888.850 kWh/ano	0,7%	5.970
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 11.957 kWh/ano	1,4%	-
		Amplitude total (máx-mín): 24.861 kWh/ano	2,8%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-3-fs+paf+aoV

Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	3
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	5000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3							AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

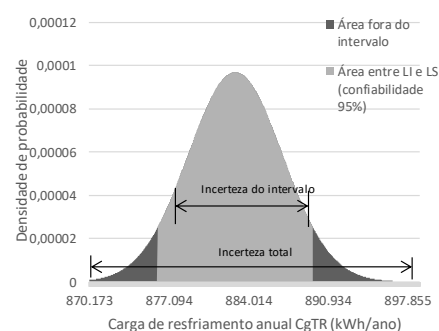
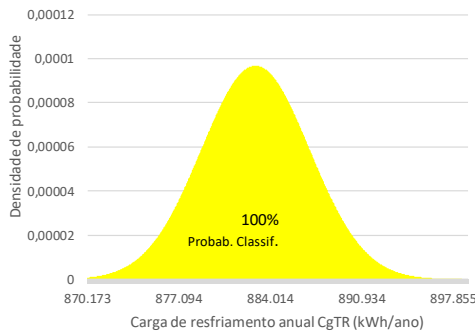
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS	40	
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,0%	CgTR L. inferior: 876.111 kWh/ano	0,8%	6.769
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,5%	CgTR L. superior: 889.665 kWh/ano	0,8%	6.785
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 13.554 kWh/ano	1,5%	-
		Amplitude total (máx-mín): 28.806 kWh/ano	3,3%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-4-fs+paf+raov+avs
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	4
Valor N (hipercubolatin):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	6000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9							UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

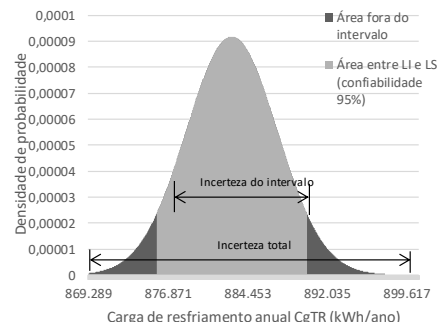
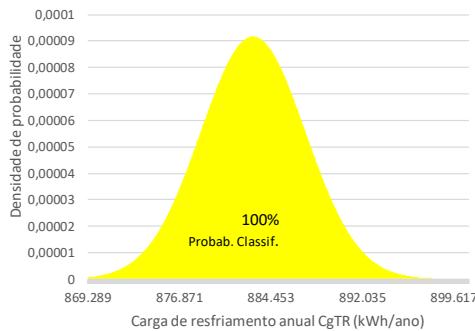
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID	4,2	
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,0%	CgTR L. inferior: 875.820 kWh/ano	0,8%	7.059
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,5%	CgTR L. superior: 890.132 kWh/ano	0,8%	7.252
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 14.312 kWh/ano	1,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 31.560 kWh/ano	3,6%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-5-fs+paf+raov+avs+uvid
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	5
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	7000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6							Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

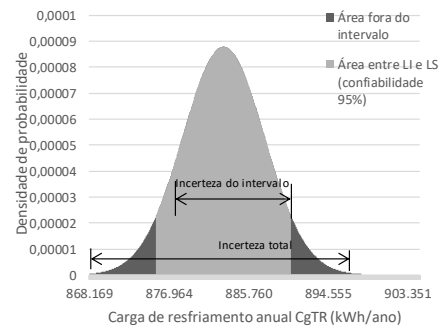
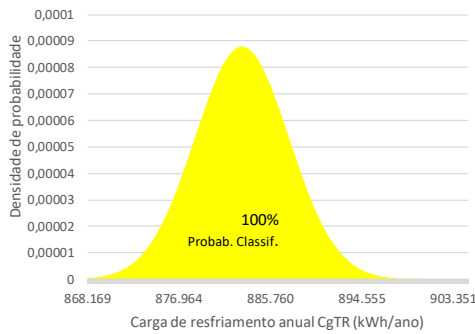
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar	2,39	
7	CTpar	150	
8	aPAR	0,5	
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,0%	CgTR L. inferior: 875.559 kWh/ano	0,8%	7.321
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,4%	CgTR L. superior: 890.502 kWh/ano	0,8%	7.622
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 14.943 kWh/ano	1,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 36.611 kWh/ano	4,1%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-6-fs+paf+ao+v+uvid+upar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	6
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	8000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8							aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

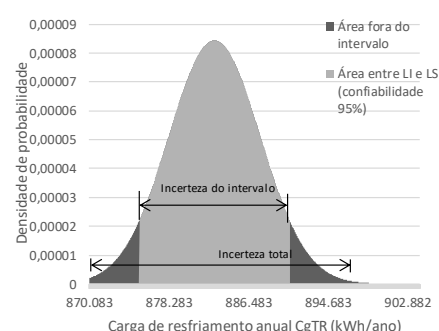
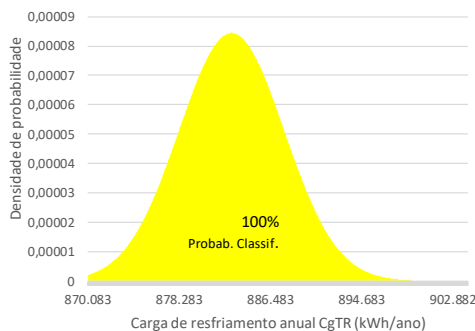
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,1%	CgTR L. inferior: 875.222 kWh/ano	0,9%	7.658
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,4%	CgTR L. superior: 890.775 kWh/ano	0,9%	7.895
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 15.553 kWh/ano	1,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 34.132 kWh/ano	3,9%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-7-fs+paf+av+uvid+upar+apar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	7
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	9000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7							CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

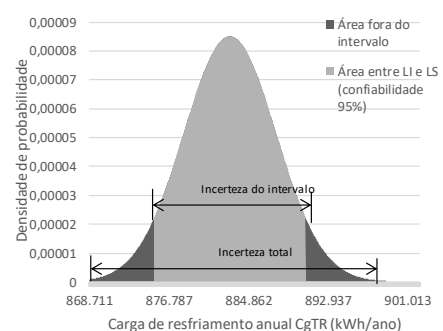
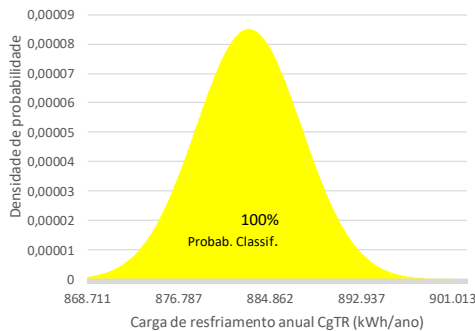
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar	150	
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,0%	CgTR L. inferior: 875.282 kWh/ano	0,9%	7.598
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,4%	CgTR L. superior: 890.711 kWh/ano	0,9%	7.831
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 15.429 kWh/ano	1,7%	-
		Amplitude total (máx-mín): 33.614 kWh/ano	3,8%	-



ID ANÁLISE: 30% IC-8-fs+paf+ao+v+av+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	30%	0,6	0,4200	0,7800	0,05825	qnorm	WWR				
2	30%	0,66	0,4620	0,8580	0,06408	qnorm	FS				
3	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AVS				
4	30%	40	28	52	3,88350	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	30%	2,39	1,673	3,107	0,23204	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	30%	0,5	0,35	0,65	0,04854	qnorm	aPAR				
9	30%	4,2	2,94	5,46	0,40777	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

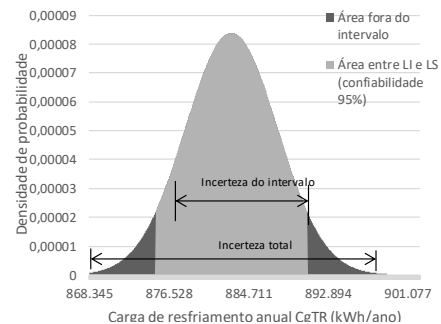
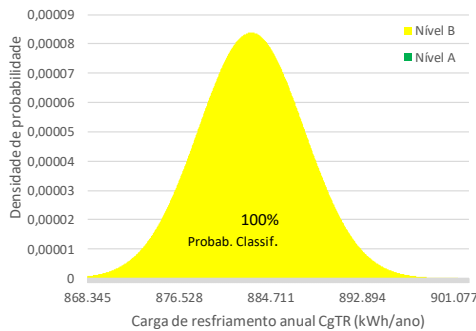
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	7,1%	CgTR L. inferior: 875.147 kWh/ano	0,9%	7.733
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,4%	CgTR L. superior: 890.802 kWh/ano	0,9%	7.922
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 15.655 kWh/ano	1,8%	-
		Amplitude total (máx-mín): 34.062 kWh/ano	3,9%	-



ID ANÁLISE: RAC percentuais-fs+paf+aov+avs+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INIC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,6	0,5100	0,6900	0,02913	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AVS				
4	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	5%	2,39	2,2705	2,5095	0,03867	qnorm	Upar				
7	5%	150	142,5	157,5	2,42718	qnorm	CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

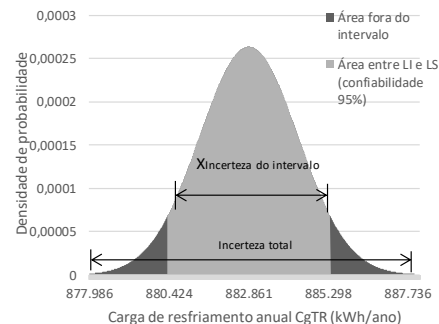
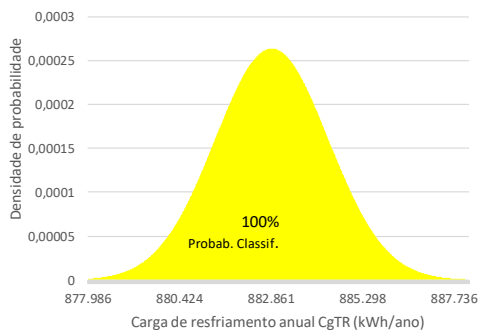
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.389 kWh/ano	0,3%	2.491
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.371 kWh/ano	0,3%	2.491
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 4.982 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 10.145 kWh/ano	1,1%	-



ID ANÁLISE: IC SA -percentuais SENSIBILIDADE-fs+paf+aov+avs+uvid+upar+apar+ctpar
 Descrição: Edifício completo tipo 07 (50m x 50m) 1 pav.
 Envoltória 1 (paf60-fs66-somb40)

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abstração:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e intern):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	-
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	-

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-IC
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	Desv.P.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	5%	0,66	0,6270	0,6930	0,01068	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

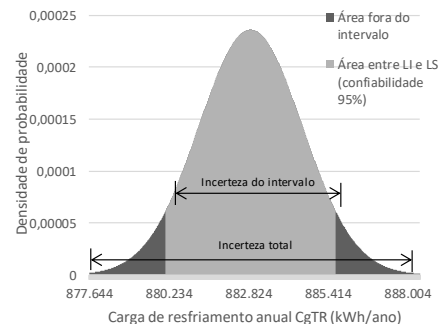
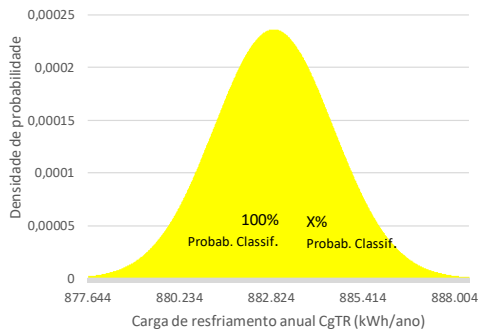
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanco

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.120 kWh/ano	0,3%	2.760
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,9%	CgTR L. superior: 885.681 kWh/ano	0,3%	2.801
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.561 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 10.780 kWh/ano	1,2%	-



APÊNDICE 6: RESULTADO DAS ANÁLISES DE LIMITES DE INCERTEZAS

ID ANÁLISE: IC1 (SA) T1

Descrição: Propagação de incerteza de 8 parâmetros com variação das entradas conforme sensibilidade

Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, reduível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	8
Valor N (hipercubolatório):	1000
Nº amostras por análise (k+2) x N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	11
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) x N:	13000

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	5%	0,66	0,6270	0,6930	0,01068	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

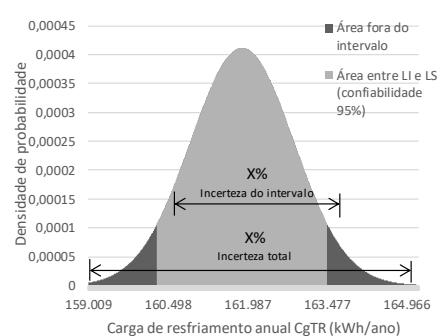
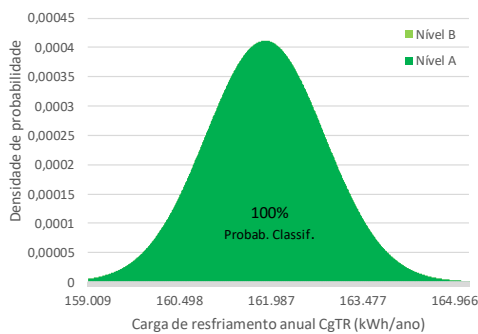
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs cob)
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs cob)
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs cob)
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.p/ edif. Real (kWh/ano)
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.297 kWh/ano	1,0%	1.595
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.892 kWh/ano	-	-
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.487 kWh/ano	1,0%	1.595
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI): 3.190 kWh/ano	2,0%	-
		Amplitude total (máx-mín): 6.198 kWh/ano	3,8%	-



ID ANÁLISE: IC2 (RAC) T1

Descrição: Propagação de incerteza de 8 parâmetros com variação das entradas conforme RAC

Edifício completo tipo 01 (9m x 9m) 10 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	11
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	13000

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normalizado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,6	0,5100	0,6900	0,02913	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AVS				
4	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	5%	2,39	2,2705	2,5095	0,03867	qnorm	Upar				
7	5%	150	142,5	157,5	2,42718	qnorm	CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

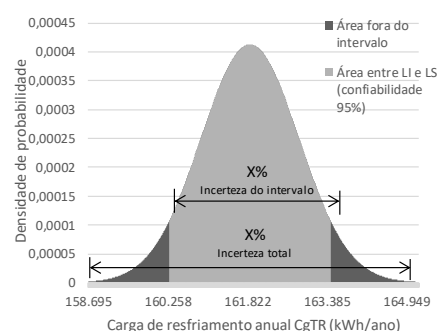
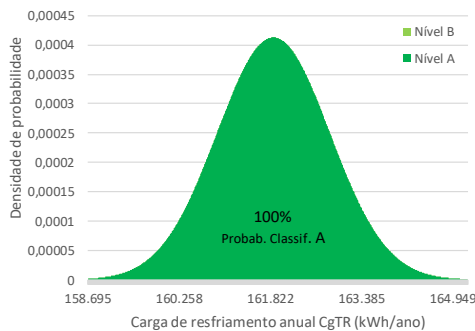
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs c
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs c
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,15	5%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	15%	10%	5%	0%	0%
CgTR limite	166.558	176.356	186.153	195.951	195.951
Probab.	100%	0%	0%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.pl e dif. Real (kWh/ano)	
A	18,2%	CgTR L. inferior: 160.284 kWh/ano	1,0%	1.591	
A	17,4%	CgTR Edifício real: 161.875 kWh/ano	-	-	
A	16,6%	CgTR L. superior: 163.466 kWh/ano	1,0%	1.591	
CgTR ref (kWh/ano):	195.951	Ampl. do intervalo (LS-LI):	3.182 kWh/ano	2,0%	-
		Amplitude total (máx-mín):	6.508 kWh/ano	4,0%	-



ID ANÁLISE: IC3 (SA) T2

Descrição: Propagação de incerteza de 8 parâmetros com variação das entradas conforme sensibilidade

Edifício completo tipo 02 (50m x 50m) 2 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm.):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	11
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	13000

Cidade:	Natal
Tipologia:	Escritório
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA INI-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	10%	0,6	0,5400	0,6600	0,01942	qnorm	WWR				
2	5%	0,66	0,6270	0,6930	0,01068	qnorm	FS				
3	20%	40	32	48	2,58900	qnorm	AVS				
4	10%	40	36	44	1,29450	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	20%	2,39	1,912	2,868	0,15469	qnorm	Upar				
7	30%	150	105	195	14,56311	qnorm	CTpar				
8	20%	0,5	0,4	0,6	0,03236	qnorm	aPAR				
9	20%	4,2	3,36	5,04	0,27184	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

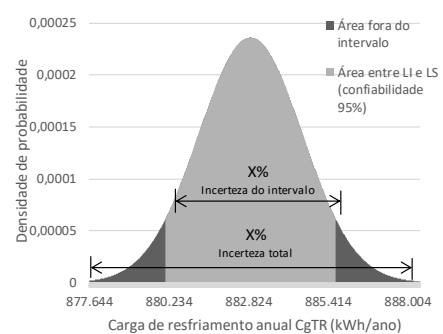
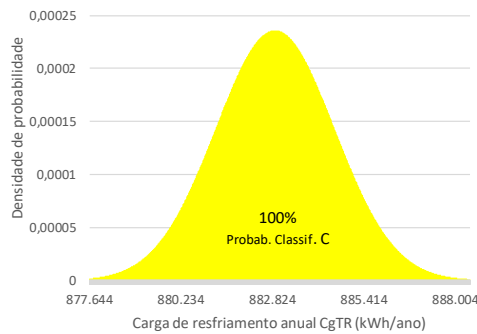
3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs c
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs c
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.pl e dif. Real (kWh/ano)
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.120 kWh/ano	0,3%	2.760
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-
C	5,9%	CgTR L. superior: 885.681 kWh/ano	0,3%	2.801
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI): 5.561 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín): 10.780 kWh/ano	1,2%	-



ID ANÁLISE: IC4 (RAC) T2

Descrição: Propagação de incerteza de 8 parâmetros com variação das entradas conforme RAC

Edifício completo tipo 02 (50m x 50m) 2 pav.

1- CONFIGURAÇÃO ANÁLISE DE INCERTEZA

Fonte de Incertezas:	Físicas, de levantamento e especificação
Local da fonte de incerteza:	Parâmetros
Natureza da Incerteza:	Epistêmica (Tipo B, redutível)
Nível da Incerteza:	Estatístico e de ignorância conhecida
Abrangência:	Edifício completo
Tipo de abordagem:	Direta probabilística baseada em amostragem
Nº variáveis independ (zt ter e interm):	8
Valor N (hipercubolativo):	1000
Nº amostras por análise (k+2) × N:	10000
ZTs cob - Nº variáveis independ.:	11
ZTs cob - Nº amostras por análise (k+2) × N:	13000

Cidade:	Natal
Tipologia Escritório	
Método:	Sobol' (2010)
Dados de Saída:	Metamodelo RNA IN-C
Variável depend.:	Densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m²)

2- DADOS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (k) E VARIAÇÃO DA ANÁLISE DE INCERTEZA

Nº variável	Variação %	Valor Variáveis	LI Lim. Inf.	LS Lim. Sup.	DesvP.	Tipo Distrib.	ID Variável	Valor Normaliz. ado	LI Normaliz.	LS Normaliz.	Desvio Padrão Normaliz.
1	15%	0,6	0,5100	0,6900	0,02913	qnorm	WWR				
2	10%	0,66	0,5940	0,7260	0,02136	qnorm	FS				
3	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AVS				
4	5%	40	38	42	0,64725	qnorm	AOV				
5							AHS				
6	5%	2,39	2,2705	2,5095	0,03867	qnorm	Upar				
7	5%	150	142,5	157,5	2,42718	qnorm	CTpar				
8	10%	0,5	0,45	0,55	0,01618	qnorm	aPAR				
9	10%	4,2	3,78	4,62	0,13592	qnorm	UVID				
10							Ucob				
11							aCOB				
12							CTcob				
13							PD				
14							AZI				
15							Zint				
16							DPE				
17							DPI				
18							PESSOAS				
19							hOcc				
20							INF				
21							FloorGround				
22							PISOisol				
23							RoofOutdoors				
24							FloorOutdoors				

3- PARÂMETROS FIXOS RNA

Nº	ID Variável	Valor	Observação
1	WWR		
2	FS		
3	AVS		
4	AOV		
5	AHS	0	
6	Upar		
7	CTpar		
8	aPAR		
9	UVID		
10	Ucob	2,06	Ref. Escritório (ZTs c
11	aCOB	0,8	Ref. Escritório (ZTs c
12	CTcob	233	Ref. Escritório (ZTs c
13	PD	2,6	
14	AZI	0-90-180-270	
15	Zint	2	Zona Perimetral
16	DPE	15	Ref. Escritório
17	DPI	14,1	Ref. Escritório
18	PESSOAS	0,1	Ref. Escritório
19	hOcc	10	Ref. Escritório
20	INF	0,5	Ref. Escritório
21	FloorGround	0/1	Sem contato solo
22	PISOisol	0	Sem isolamento
23	RoofOutdoors	0/1	Sem exp. coberta
24	FloorOutdoors	0	Sem pilotis/balanço

7- RESULTADOS DE PROPAGAÇÃO DA INCERTEZA E DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA - CASO BASE RAC

Nível	Intervalo de classificação energética				
	GC	CRCgTT	i		
	18	0,12	4%		
	A >=	B >=	C >=	D >=	E <
% Redução	12%	8%	4%	0%	0%
CgTR limite	828.651	866.317	903.983	941.649	941.649
Probab.	0%	0%	100%	0%	0%

Nível	RedCgTT	Carga térmica	%	Difer.pl e dif. Real (kWh/ano)	
C	6,5%	CgTR L. inferior: 880.389 kWh/ano	0,3%	2.491	
C	6,2%	CgTR Edifício real: 882.880 kWh/ano	-	-	
C	6,0%	CgTR L. superior: 885.371 kWh/ano	0,3%	2.491	
CgTR ref (kWh/ano):	941.649	Ampl. do intervalo (LS-LI):	4.982 kWh/ano	0,6%	-
		Amplitude total (máx-mín):	10.145 kWh/ano	1,1%	-

