

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO - DEHA

CLARICE GAVAZZA DOS SANTOS PRADO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: APLICAÇÃO EM
PROJETO PADRÃO DE FÓRUNS DO PODER JUDICIÁRIO ALAGOANO**

MACEIÓ

2018

CLARICE GAVAZZA DOS SANTOS PRADO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: APLICAÇÃO EM
PROJETO PADRÃO DE FÓRUNS DO PODER JUDICIÁRIO ALAGOANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Linha de Pesquisa: II. Concepção, construção e adequação do espaço habitado.

Orientador: Prof^a. Dra. Gianna Melo Barbirato

MACEIÓ

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale – CRB4-661

P896e Prado, Clarice Gavazza dos Santos.
Eficiência energética em edificações públicas : aplicação em projeto padrão de fóruns do poder judiciário alagoano / Clarice Gavazza dos Santos Prado. – 2018.

122 f. : il.

Orientadora: Gianna Melo Barbirato.

Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo : Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2018.

Bibliografia: f. 112-122.

1. Arquitetura de edifícios públicos – Maceió (AL). 2. Eficiência energética. 3. Edificação – Desempenho térmico. 4. Qualidade ambiental. I. Título.

CDU: 725.15 (813.5)

Folha de Aprovação

CLARICE GAVAZZA DOS SANTOS PRADO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: APLICAÇÃO EM PROJETO PADRÃO DE FÓRUNS DO PODER JUDICIÁRIO ALAGOANO

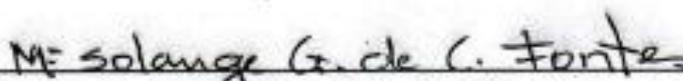
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Dinâmicas do Espaço Habitado, da Universidade Federal de Alagoas, e aprovada em 13 de março de 2018.



Prof. Dra. Gianna Melo Barbirato

FAU – UFAL (Orientadora)

Banca Examinadora:



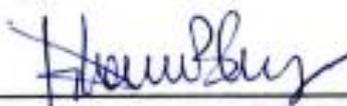
Prof. Dra. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

UNESP-Bauru (Examinador Externo)



Prof. Dr. Fernando Antônio de Melo Sá Cavalcanti

FAU – UFAL (Examinador Interno)



Prof. Dr. Dilson Batista Ferreira

FAU – UFAL (Examinador Interno)

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu porto seguro.

Aos meus pais, por tudo que me ensinaram durante a vida.

Ao meu marido Silvio e as minhas filhas Camila e Giovanna, pelo apoio e paciência.

A minha orientadora Gianna Melo Barbirato, pela disponibilidade, atenção dispensada, paciência, dedicação, profissionalismo e amizade.

Ao Departamento Central de Engenharia e Arquitetura do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas, na pessoa da arquiteta Cláudia Lisboa, pelo apoio e presteza nas informações fornecidas.

A minha irmã Sávia Gavazza, pelo apoio sempre.

A UFC engenharia, na pessoa do Engenheiro Luciano Ferraz pelo apoio logístico.

Aos membros da banca, por aceitarem avaliar o trabalho e pelas valiosas sugestões.

As minhas amigas Sofia e Patrícia pelo companheirismo e apoio em todos os momentos.

Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos de entusiasmo partilhados em conjunto.

Aos professores do DEHA que contribuíram com a minha formação.

RESUMO

O Conceito de qualidade ambiental veio ao longo do tempo sendo incorporado na área da construção civil, trazido pelas discussões acerca do desenvolvimento sustentável. O setor é responsável por grande parte do consumo dos recursos naturais do planeta, e apenas para o funcionamento dos edifícios, utiliza-se cerca de 50% da energia elétrica produzida no mundo. No Brasil, avançam os sistemas e ferramentas de avaliação ambiental na construção civil, porém a adesão a esses dispositivos ou a novas condutas acontece de forma espontânea e lenta. A contratação de obras públicas, entretanto, dispõe de mecanismos que podem tornar compulsórias medidas que reduzam o consumo de recursos naturais desta atividade, e ainda pode estimular esse processo nos demais setores. Diante deste cenário, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o impacto da aplicação de estratégias projetuais de eficiência energética em projetos de edifícios públicos no âmbito estadual, à luz do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), com vistas à obtenção da Etiqueta de Eficiência Energética de edificações, na classificação máxima Nível "A" do Programa Brasileiro de Etiquetagem, tornada obrigatória pelo Governo Brasileiro em 2014, para edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*. Os procedimentos metodológicos incluíram o levantamento das características do projeto padrão para fóruns de única vara do Poder Judiciário Alagoano e a classificação do nível de eficiência energética da envoltória, dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar deste modelo, através do método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), com o auxílio da ferramenta WebPrescritivo. Foi obtido como resultado a classificação geral nível C para o projeto original do objeto de estudo, fruto das classificações parciais da envoltória, sistema de iluminação e de condicionamento de ar. A partir do desse resultado foi elaborado um conjunto de soluções, denominado projeto ajustado, que obteve a classificação máxima Nível "A" de eficiência energética, objetivo dessa pesquisa. Foi realizada então uma avaliação do impacto financeiro das modificações propostas no projeto ajustado, o que resultou num em um acréscimo de 1.51% no valor do orçamento do projeto original, demonstrando que, diante do potencial de redução no consumo de energia elétrica proporcionado pela etiquetagem de edifícios - que pode chegar a 50% em edificações novas e 30% em caso de grandes reformas - o incremento de 1.51% no valor final da obra não representa empecilho para a adesão ao Programa Brasileiro de Etiquetagem, e busca da classificação máxima Nível "A" de eficiência energética, resultando num projeto de maior qualidade e eficiência.

Palavras-chaves: Qualidade ambiental; Eficiência energética em edificações; Obras públicas.

ABSTRACT

The concept of environmental quality has been gradually incorporated to the field of civil construction, due to the increased discussion about sustainable development. This field is responsible for majority of the natural resources consumption in the planet, especially at buildings, which account for the consumption of 50% of the electrical energy produced in the world. In Brazil, systems development and environmental evaluation tools for civil construction are better advanced than its accession by the users. Behavior changes grow slowly and spontaneously. The contracts for public constructions, however, has mechanisms that can make compulsory the adoption of tools for reducing the consumption of natural resources in this activity, and can still stimulate this process in other sectors. Following this scenario, this research aimed to evaluate the energetic efficiency of a standard project for one branch forums of the Judicial Power of Alagoas. The Technical Regulation of Quality for Energetic Efficiency Level for Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C) was considered, targeting to reach "A" Level in the Brazilian Labeling Program. Labeling the energetic efficiency of buildings became mandatory, since 2014, for new federal public buildings by the Brazilian Government or for those buildings getting retrofit. The methodological procedures included: i) the survey of standard project design characteristics for one branch forums of the Judicial Power in Alagoas; and ii) classification of energetic efficiency of the enclosure, of the lightening, and the air conditioning system of the standard project building. The prescriptive method of the RTQ-C was applied with the aid of the WebPrescritivo tool. The results indicated the general classification of "C" Level for the standard project, considering the classifications for the building enclosure, lightening system, and air conditioning. From this point a set of solution were applied, resulting in an adjusted project, which reached the "A" Level. The changes proposed in the adjusted project resulted in a financial increase of 1.54% of the total budget of the standard project. This can be considered a small financial impact when facing the reduction in the energy consumption, which reached 50% for new buildings and 30%, in case of remodeling existing buildings. This financial increase in the final budget of the building should not represent an obstacle to joining the Brazilian Labeling Program, when the goal is to search for the highest "A" Level of energetic efficiency, thus resulting in a project with higher quality and efficiency.

Keywords: Environmental quality; Energy efficiency in buildings; Public buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Marcos na história do Desenvolvimento Sustentável – 1950 a 1980.....	16
Figura 2: Marcos na história do Desenvolvimento Sustentável – 1900 até os dias atuais.....	16
Figura 3: Certificação LEED - Dimensões avaliadas.....	26
Figura 4: Perfil mínimo de desempenho para certificação.....	28
Figura 5: Evolução da legislação ambiental.	33
Figura 6: Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações comerciais, de serviços e públicas.....	38
Figura 7: Exemplos de modelos da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações residenciais.	38
Figura 8:: Selo Procel Edificações.	39
Figura 9: Equivalente numérico para cada nível de eficiência.	43
Figura 10: Variáveis da Equação Geral.....	44
Figura 11: Municípios onde foi implantado o projeto padrão dos fóruns de única vara da Justiça Estadual em Alagoas.	57
Figura 12: Planta baixa do projeto padrão para Fórum de Vara única.	59
Figura 13: Volumetria do projeto padrão para Fórum de Vara única.	60
Figura 14: Volumetria do projeto padrão para Fórum de Vara única.	60
Figura 15: Quadrantes para definição da orientação da fachada.	61
Figura 16: Implantação do objeto de estudo variando em relação à orientação solar.	62
Figura 17: Zonas bioclimáticas do Estado de Alagoas.....	64
Figura 18: Fórum da Comarca de Água Branca.....	64
Figura 19: Entrada dos dados referentes à envoltória.	65
Figura 20: Corte esquemático da laje de cobertura do objeto de estudo – projeto padrão original.	66
Figura 21: Corte esquemático da laje de cobertura do objeto de estudo – projeto ajustado.....	67
Figura 22: Demonstração em planta baixa da área total da edificação.	70
Figura 23: Volume total da edificação.....	71
Figura 24: Denominação e áreas das fachadas, incluindo aberturas.	71
Figura 25: PV 3 - abertura sombreada da fachada B.....	73
Figura 26: Pré-requisitos para simulação da eficiência energética do sistema de iluminação.	74
Figura 27: Áreas dedicadas às atividades jurisdicionais.	75
Figura 28: Planta baixa esquemática do projeto luminotécnico.	77
Figura 29: Planta baixa esquemática do projeto de climatização do objeto de estudo – projeto original.	80

Figura 30: Planta baixa esquemática do projeto de climatização do objeto de estudo – projeto ajustado.	82
Figura 31: Pré-requisitos gerais do objeto de estudo.	88
Figura 32: Implantação A - 1a.	90
Figura 33: Implantação A – 1b.	91
Figura 34: Implantação B – 2a.	92
Figura 35: Implantação B - 2b.	92
Figura 36: Implantação C – 3a.	93
Figura 37: Implantação C – 3b.	93
Figura 38: Implantação D – 4a.	94
Figura 39: Implantação D – 4b.	94
Figura 40: Resultado do cálculo da eficiência energética do sistema de iluminação do projeto original.	96
Figura 41: Resultado da simulação da eficiência energética do sistema de iluminação do projeto ajustado.	96
Figura 42: Eficiência energética do sistema de condicionamento de ar do projeto original.	97
Figura 43: Eficiência energética do sistema de condicionamento - projeto ajustado.	98
Figura 44: Resultado da simulação da etiqueta geral do projeto original do objeto de estudo.	99
Figura 45: Resultado da simulação da etiqueta geral do projeto ajustado do objeto de estudo.	100
Figura 46: Gráfico - Relação entre o custo dos projetos (original e ajustado) e o nível de eficiência energética alcançada.	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sistemas de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios	19
Tabela 2: Síntese dos pré-requisitos específicos cumpridos da envoltória.	46
Tabela 3: Síntese das exigências para os pré-requisitos da envoltória para nível A / ZB 8.....	47
Tabela 4: Limites da relação entre o percentual de abertura zenital e fator solar.....	47
Tabela 5: Relação das comarcas e número de varas da Justiça Estadual em Alagoas.	54
Tabela 6: Propriedades térmicas da cobertura do objeto de estudo – projeto original.	66
Tabela 7: Propriedades térmicas da cobertura do objeto de estudo – projeto ajustado.....	67
Tabela 8: Propriedades térmicas da parede do objeto padrão.....	68
Tabela 9: Absortância solar das paredes e cobertura do objeto padrão.	68
Tabela 10: Cálculo do volume total da edificação.	70
Tabela 11: Cálculo do PAFT e PAFO.	72
Tabela 12: Cálculo do AHS.....	73
Tabela 13: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para a atividade Tribunal.	75
Tabela 14: Dados para cálculo da eficiência do sistema de iluminação do objeto de estudo – projeto original.	78
Tabela 15: Pré-requisitos para simulação da eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	79
Tabela 16: Especificação atual dos <i>splits</i> adquiridos pelo TJ-AL usados no projeto original.....	81
Tabela 17: Especificação dos <i>splits</i> – projeto ajustado.....	83
Tabela 18: Áreas consideradas para cálculo da etiqueta geral de eficiência energética do objeto de estudo.	85
Tabela 19: Relação das modificações no projeto original para orçamento.	85
Tabela 20: Valores dos equipamentos condicionadores de ar - projeto original e projeto ajustado.	86
Tabela 21: Dados referentes aos pré-requisitos da envoltória do objeto de estudo.	88
Tabela 22: Dados referentes às características físicas da envoltória do projeto original.....	89
Tabela 23: Classificação do nível de eficiência do objeto de estudo.....	99
Tabela 24: Classificação do nível de eficiência do objeto de estudo.....	100
Tabela 25: Custo das alterações propostas para o projeto ajustado.....	101
Tabela 26: Verificação dos pré-requisitos – projeto original e ajustado.	102
Tabela 27: Dados referentes à envoltória do objeto de estudo – projeto original e ajustado.....	104

Tabela 28: Dados referentes ao sistema de iluminação do objeto de estudo – projeto original e ajustado.....	105
Tabela 29: Dados referentes ao sistema de condicionamento de ar do objeto de estudo – projeto original e ajustado.....	107
Tabela 30: Dados referentes classificação geral do objeto de estudo – projeto original e ajustado.....	108

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.2 Objetivo geral	13
1.2.1 Objetivos específicos	13
1.3 Estrutura da Dissertação	14
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 O Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil – Panorama Geral	15
2.2 O Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil no Brasil	23
2.2.1 Principais sistemas de avaliação e certificação no Brasil	25
2.2.2 Desenvolvimento Sustentável e Obras Públicas no Brasil.....	29
2.2.3 A evolução das políticas públicas de sustentabilidade e os procedimentos licitatórios.....	31
2.3 A Etiqueta PBEEdifica e o Selo Procel Edificações	37
2.3.1 Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios	41
3 METODOLOGIA	52
3.1 Dispositivos obrigatórios do Governo Brasileiro visando maior Sustentabilidade em obras públicas	52
3.2 Seleção do Objeto de Estudo.....	53
3.2.1 Os Edifícios do Poder Judiciário Alagoano	53
3.2.2 O Objeto de Estudo.....	56
3.2.2.1 O Projeto do objeto de estudo.	58
3.2.2.2 A Implantação do Objeto de Estudo	60
3.3 Análise da Eficiência Energética do Objeto de Estudo	62
3.3.2 Eficiência Energética da Envolória do Objeto de Estudo	65
3.3.2.1 Pré-requisitos da Envolória do Objeto de Estudo	66
3.3.2.2 Dados Dimensionais da Edificação e Características das Aberturas do objeto de estudo.....	69
3.3.3 Obtenção de Dados para Cálculo da Eficiência Energética do Sistema de Iluminação do Objeto de Estudo	73
3.3.3.2 Procedimento de Determinação de Eficiência	74
3.3.4 Cálculo da Eficiência Energética do Sistema de condicionamento de ar do objeto de estudo.....	79
3.3.4.1. Pré-requisito Específico para Nível A	79

3.3.4.2 Procedimento de Determinação de Eficiência do sistema de ar condicionado do objeto de estudo.....	79
3.3.4.3 Identificação de Bonificações	83
3.3.4.4 cálculo da Etiqueta Geral	84
3.4 Orçamento da obra – Projeto Original e Projeto Ajustado	85
4 RESULTADOS.....	87
4.1 Observância aos Pré-Requisitos Gerais – Projeto Original e Projeto Ajustado	87
4.2 Eficiência Energética da envoltória	88
4.3 Eficiência Energética do Sistema de Iluminação – Projeto Original e Projeto Ajustado.....	95
4.4 Eficiência Energética do Sistema de Condicionamento de Ar – Projeto Original e Projeto Ajustado.....	96
4.5 Bonificações.....	98
4.6 Etiqueta Geral	98
4.7 Custos das Alterações dos Parâmetros do Projeto Padrão	100
4.8 Síntese dos Resultados	101
4.8.1 Pré-requisitos	101
4.8.2 Envoltória	102
4.8.3 Sistema de Iluminação	105
4.8.4 Sistema de Condicionamento de Ar	106
4.8.5 Classificação Geral do Edifício e Custos dos Ajustes (projeto ajustado)	107
5. CONCLUSÕES	110
REFERÊNCIAS	113

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm acompanhado o crescimento populacional e o desenvolvimento, conduzindo a humanidade a necessidades cada vez maiores de acesso aos recursos naturais. Nas atividades relacionadas com a construção civil o fato se repete, resultando em consequências ambientais que devem ser consideradas.

A evolução tecnológica que acontece de forma cada vez mais célere depende de múltiplos fatores, e varia de setor para setor. O setor da construção e os ambientes construídos representam um caso particular, nos quais as alterações tecnológicas nem sempre repercutem na redução dos impactos ambientais.

Segundo Haapio e Viitaniemi (2008) os setores industriais, incluindo o setor da construção, passaram a reconhecer o impacto de suas atividades sobre o ambiente na década de 1990. Independente do local ou da cultura, a população vive e trabalha, quase sempre, em ambientes construídos, o que demonstra a importância do setor da construção civil e das edificações. Silva *et al* (2003), diz que a indústria da construção civil - particularmente a construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente, ou seja é a atividade que mais consome recursos naturais no mundo.

Em virtude da sua ampla biodiversidade e riqueza em recursos naturais, o Brasil ocupa um lugar de destaque internacional no tocante à questão ambiental. Portanto, é natural e esperado que o país atue em prol da preservação do meio ambiente, por meio do fomento e apoio ao debate da matéria, a fim de subsidiar o desenvolvimento e a prática de políticas públicas voltadas para tal fim. Ao agir assim, o Estado afirma sua posição de apoiador da sustentabilidade, assumindo um papel emblemático diante da população (SILVA *et al.*, 2012).

Segundo Loader (2010) as compras e contratações públicas podem desempenhar um papel estratégico na função de consolidador de políticas públicas. Neste sentido muitos governos de estados brasileiros possuem instruções normativas, manuais ou recomendações com o intuito de tornar suas obras mais sustentáveis. Um exemplo emblemático foi a aprovação do Decreto n.º 7.746 de

2012 (BRASIL, 2012), que regulamenta o artigo 3o da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, 1993), e veio estabelecer critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável por meio das contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes.

No setor público, a contratação das obras é sempre precedida de uma série de passos que vão do projeto arquitetônico e todos os projetos complementares, até a formulação do edital de licitação, em todas as etapas é possível incluir estratégias com o objetivo de levar a contratação de obras públicas que atendam aos critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável, como preconizado no Decreto n.º 7.746 de 2012, que regulamenta o artigo 3o da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, 2012).

Um dos aspectos que deve ser considerado ao se buscar estratégias que atendam aos critérios para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável na contratação de obras públicas, é certamente a redução do consumo de energia. No Brasil, a crise energética de 2001 resultou na promulgação da Lei nº 10.295 de 2001 (BRASIL, 2001), que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, além do Decreto 4.059 de 2001 (BRASIL, 2001) que a regulamenta. Segundo Matos *et al.* (2015) esta legislação impulsionou, entre outras iniciativas, a emissão do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), por meio do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel-Edifica), lançado pela Eletrobrás/Procel (INMETRO, 2012). O RTQ-C apresenta metodologias para a classificação de edificações quanto ao nível de eficiência energética.

De acordo com a *International Energy Agency* (2013), o consumo de energia em edifícios dos setores residencial, comercial e público representava 40% do consumo final de energia do mundo, e segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015), no Brasil, o setor de edificações consome 40% do total da eletricidade produzida.

Diante dos dispositivos que regulamentam a contratação de obras públicas no Brasil e estabelecem critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável desde 2012, esta pesquisa pretende investigar a possibilidade de tornar mais eficientes os projetos para construção de edifícios públicos, através da aplicação da Etiqueta de Eficiência Energética de edificações, obrigatória, desde o ano de 2014, para projetos e edificações públicas federais, de modo a alcançar a classificação máxima Nível “A” do PBE Edifica.

Para tanto, investiga um projeto padrão de fóruns de uma vara do Poder Judiciário Alagoano, à luz do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

Através dos resultados, pretende-se demonstrar as possibilidades de escolhas e decisões que venham reduzir os impactos ambientais causados pelo fornecimento de bens e serviços públicos.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar o impacto da aplicação de estratégias projetuais de eficiência energética em projetos de edifícios públicos no âmbito estadual, com vistas à obtenção da Etiqueta de Eficiência Energética de edificações, na classificação máxima Nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica.

1.2.1 Objetivos específicos

- Conhecer os dispositivos existentes do Governo Brasileiro quanto à promoção do desenvolvimento nacional sustentável através da contratação de obras públicas e identificar a obrigatoriedade destes;

- Aplicar os dispositivos voltados ao desenvolvimento sustentável em obras públicas a projeto padrão dos Fóruns do Poder Judiciário Alagoano;

- Avaliar a eficiência energética da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de ar condicionado do projeto padrão para fóruns do Poder Judiciário Alagoano;

- Propor alterações ao projeto padrão que visem otimizar a eficiência energética em novos projetos a serem implantados ou em *retrofit* nas unidades construídas.

- Calcular os custos da implementação das alterações relativas a aplicação das estratégias projetuais para obtenção da Etiqueta de Eficiência Energética de edificações, na classificação máxima Nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica, em projeto padrão para fóruns do Poder Judiciário Alagoano;

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta pesquisa está dividida em cinco capítulos, de acordo com a descrição a seguir:

O capítulo 1 traz o conteúdo introdutório, expõe o problema, a justificativa e os objetivos da pesquisa.

O Capítulo 2 contém os conceitos gerais e revisão da literatura, onde se apresentam um histórico do conceito de sustentabilidade, as relações entre desenvolvimento sustentável e a construção civil, um panorama dessas relações no Brasil, envolvendo as obras públicas e a evolução das políticas públicas de sustentabilidade e apresentação dos dispositivos existentes.

Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos desta pesquisa são apontados no Capítulo 3. No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos neste estudo. O sexto capítulo foi reservado para as conclusões, e por fim, são apontadas as referências bibliográficas utilizadas neste estudo.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA

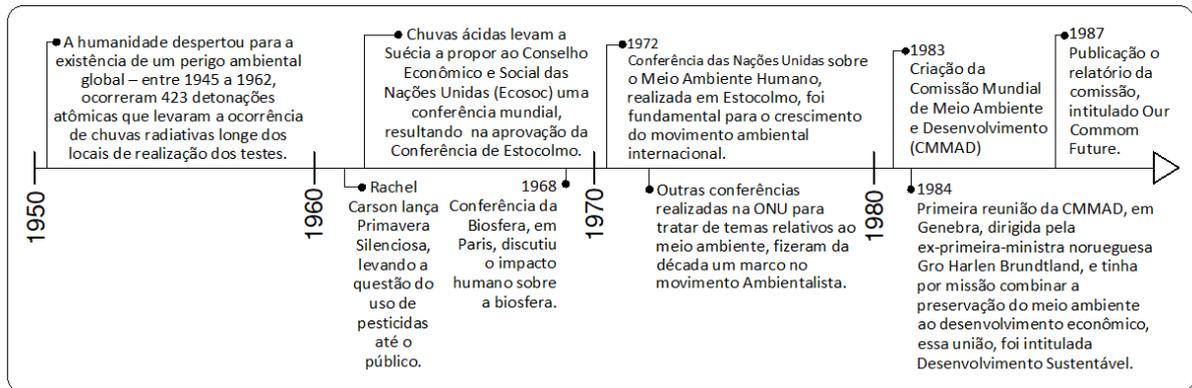
Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica relativa ao tema deste trabalho. Inicialmente será tratado a relação do desenvolvimento sustentável com o setor da construção civil no mundo e no Brasil, e ainda as principais ferramentas de avaliação e certificação ambientais disponíveis para este setor. Em seguida são abordadas as políticas voltadas à qualidade ambiental em obras públicas, destacando-se os dispositivos obrigatórios, e por fim apresenta-se uma explanação acerca do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBEEDIFICA), do qual fazem parte os programas de Avaliação da Conformidade que utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE) para prestar informações sobre o desempenho das edificações no que diz respeito à sua eficiência energética, do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), através do qual se estabelecem as condições para obtenção da mesma.

2.1 O Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil – Panorama Geral

As histórias dos movimentos ambientalistas e das edificações sustentáveis são interdependentes, para Keeler e Burke (2010), é quase impossível de se localizar o início de uma ou outra história, cujas raízes, remontam aos primórdios da humanidade, quando os ancestrais do homem utilizavam os recursos naturais para se abrigar, caçar, cultivar a terra e viajar. Os autores lembram que o esgotamento de recursos naturais está entre as causas que levaram ao desaparecimento de diversas sociedades primitivas.

Foi na década de 1950 que a humanidade constatou ocorrência de um perigo ambiental global, a poluição nuclear. Para Nascimento (2012), as consequências deste fato despertaram nos seres humanos a consciência de que estão todos em uma nave comum, e que problemas ambientais não estão restritos a territórios limitados. Uma série de acontecimentos, a partir daí, levou a idealização dos conceitos de desenvolvimento sustentável (ver figura 1).

Figura 1: Marcos na história do Desenvolvimento Sustentável – 1950 a 1980.



Fonte: A autora.

Em 1987 foi publicado o relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), intitulado *Our Common Future*, no qual foi apresentado o conceito clássico, “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades” (COMISSÃO, 1991, p. 46).

Em 1992, segundo o Ministério do Meio Ambiente¹ aconteceu a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), que se tornou conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra. A partir desta conferência, foram realizados diversos encontros para tratar de temas relativos ao meio ambiente (ver fig. 2).

Figura 2: Marcos na história do Desenvolvimento Sustentável – 1990 até os dias atuais.



Fonte: A autora.

¹ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agenda 21 Global**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

O conceito de desenvolvimento sustentável veio sendo aprimorado graças às conferências, simpósios e debates sobre o tema, ocorridos em escala mundial. Apesar deste fato, a degradação ambiental permanece sendo uma preocupação pública.

É o Homem que estabelece uma relação conflituosa e contraditória com o meio ambiente. Por um lado, ele agride o meio, compartilhando de uma moral estabelecida segundo a qual a natureza está a seu dispor, podendo explorá-la para prover suas necessidades de sobrevivência, de perpetuação, de saúde (física e psicológica) e de conforto. Por outro lado, ele pode perceber também que o atendimento de tais necessidades dependem de um Desenvolvimento Sustentável (SANTOS, 2002, p.7).

Embora Desenvolvimento Sustentável seja um conceito que abrange diversas áreas, sua origem vem da preocupação do ser humano com as consequências do consumo excessivo e desenfreado de recursos naturais. Com aumento da população no planeta - que segundo Alves (2014), no século XX apresentou o maior crescimento demográfico de toda a história da humanidade – há uma ampliação da força de trabalho e são criadas gerações sucessivas de consumidores. Entretanto, o autor afirma também que o uso de recursos naturais já excede em 50% a capacidade de reposição da natureza, e que em 2030, serão necessárias duas Terras para garantir o atual padrão de vida da humanidade. A discussão acerca do crescimento populacional demonstra a necessidade e urgência de políticas visando à redução do consumo de recursos naturais em todo o mundo.

Não há como discutir desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente sem falar em construção sustentável, edifícios verdes, arquitetura verde, ecológica ou projeto bioclimático². O conceito equivalente a cada uma dessas nomenclaturas difere pouco entre uma ou outra denominação, o que está realmente por trás da importância desta discussão é o fato de que a atividade da construção, desde a extração da matéria prima até o desmonte ou demolição do edifício, é responsável por impactos ambientais de grande proporção.

² A expressão “projeto bioclimático” foi criada somente na década de 1960, pelos irmãos Olgyay, procurando expressar a arquitetura que busca satisfazer as exigências de conforto através de técnicas e materiais disponíveis, de acordo com as condições climáticas do lugar (NEVES, 2006).

Além dos impactos ambientais, a construção civil tem fundamental papel social, já que por meio dela são configurados os espaços de vivência do ser humano, e econômico, por ser grande geradora de emprego e responder por parcela significativa do PIB de vários países, principalmente naqueles em desenvolvimento. Dessa forma, este setor se configura, mundialmente, como ponto estratégico de intervenção para se alcançar o desenvolvimento sustentável (SOUZA; SILVA; SILVA, 2007, p.472).

Um estudo realizado por Serrador (2008), diz que a indústria da construção civil consome 75% dos recursos naturais do mundo, gerando aproximadamente 500 kg de resíduos por habitante. O autor cita ainda que os edifícios em funcionamento são responsáveis por cerca de 50% da energia elétrica e 21% da água consumidas em todo o mundo. Só nos Estados Unidos, as edificações respondem por 48% do consumo total de energia e 73,1% do consumo de eletricidade, o que, de acordo com Keeler e Burke (2010) evidencia o fato que as edificações são responsáveis por um enorme passivo ambiental.

De acordo com Lucuik *et al.*(2005), no Canadá onde o clima é geralmente inóspito, as pessoas passam cerca de 90% de seu tempo no interior dos edifícios, e estima-se que com as construções sejam consumidos cerca de 1/3 da produção de energia, 50% dos recursos extraídos.

As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. A necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados pelas edificações e a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram o setor a buscar construções com melhor desempenho ambiental (VILHENA, 2007, p.60).

Silva (2007 p. 06) diz: “O surgimento e difusão dos conceitos de projeto ecológico (*green design*) foi uma das mais importantes respostas do meio técnico à generalização da conscientização ambiental na década de 90”.

A autora descreve o edifício sustentável como aquele que, desde a fase de projeto, procura equilibrar os fatores econômicos e os compromissos com o ambiente e a sociedade, devendo reunir todas as iniciativas dedicadas à concepção de construções que utilizem os recursos naturais de maneira eficiente, com claro

foco no uso racional da energia elétrica, confortáveis, duráveis e flexíveis, adaptando-se às mudanças nas necessidades dos usuários e permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem.

Segundo Silva (2007), os países observaram que, ainda que dominassem os conceitos de projetos “ecológicos”, não dispunham de meios de medir o grau de eficiência dos mesmos. Dentro deste contexto surge a necessidade da avaliação ambiental de edifícios, através dos sistemas de certificação com o propósito de averiguar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações. Indicadores de sustentabilidade descrevem os impactos ambientais, econômicos e sociais de edifícios para os proprietários, usuários dos edifícios e demais partes interessadas da indústria de construção.

Quase todos os países Europeus, além dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e China, possuem um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios, criados em contextos variados, e com aplicações que vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação (Tabela 1).

Tabela 1: Sistemas de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios

País	Sistema	Descrição
Alemanha	EPIQR	Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo (LÜTZKENDORF, 2002).
Austrália	<i>NABERS (National Australian Building Environment Rating Scheme)</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks. Para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio-piloto. Os níveis de classificação são revisados anualmente (VALE et al , 2001)
	<i>Green Star</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, que pretende abranger várias tipologias de edifícios. No momento, apenas a versão para escritórios está implantada. (GBCA, 2005)
Áustria	<i>Comprehensive Renovation</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais (GEISLER, 2002).
Canadá	BEPAC (<i>Building</i>	Inspirado no BREEAM e dedicado a edifícios

	<i>Environmental Performance Assessment Criteria)</i>	comerciais novos ou existentes. O sistema é orientado a incentivos, e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993).
	BREEAM Canada	Adaptação do BREEAM (SKOPEK, 2002).
China	HK-BEAM (<i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method</i>)	Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos (CET, 1999a) ou em uso (CET, 1999b) e residenciais (CET, 1999c). Não pondera.
Dinamarca	BEAT 2002 (<i>Building Environmental Assessment Tool</i>)	Método de LCA, desenvolvido pelo SBI, que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002).
Estados Unidos	LEED (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>)	Inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. Na versão para edifícios existentes, a linguagem ou as normas de referência foram modificadas para refletir a etapa de operação do edifício (USGBC, 2001).
	LEED™ <i>for Homes</i>	Variação atualmente em desenvolvimento do LEED especificamente para a avaliação de unidades residenciais. Objetiva reconhecer e premiar as residências que incorporem práticas de excelência ambiental. Mantém os níveis de desempenho do LEED™ e praticamente as mesmas categorias de avaliação, exceto “localização e conexões” e “conscientização dos usuários”, que foram adicionadas (USGBC, 2005).
	MSDG (<i>Minnesota Sustainable Design Guide</i>)	Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY <i>et al.</i> 2000).
Finlândia	<i>PromisE Environmental Classification System for Buildings</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), consequências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%) (AHO, 2002; HUOVILA <i>et al.</i> , 2002).
França	NF <i>Bâtiments Tertiaires Démarche HQE</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks. Sua ponderação é baseada no perfil de desempenho específico definido para cada projeto. Inclui avaliação da gestão do desenvolvimento do empreendimento. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado pelas 14

		preocupações ambientais definidas pela Associação HQE (CSTB, 2005)
	<i>Certification Habitat & Environnement</i>	Sistema desenvolvido especificamente para a certificação de edifícios habitacionais novos, coletivos e multifamiliares. O resultado apresenta-se sob a forma de um perfil de desempenho mínimo considerando sete temas (QUALITEL, 2005)
Internacional iiSBE	GBC (<i>Green Building Challenge</i>)GBTool	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação (COLE; LARSSON, 2000).
Japão	CASBEE (<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>)	Ferramenta LCA publicada pelo BRI (BuildingResearchInstitute), em 1991.
	BEAT (<i>Building Environmental assessment Tool</i>)	Ferramenta LCA publicada pelo BRI (BuildingResearchInstitute), em 1991.
Noruega	EcoProfile	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais (PETTERSEN, 2002; GLAUMANN; VON PLATEN, 2002).
Reino Unido	LEED	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados é parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) (BALDWIN <i>et al.</i> , 1998).
	LEED™ <i>for Homes</i>	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , seguindo a estrutura de categorias do BREEAM for Offices e o conceito de avaliação de edifício base, projeto e aquisição, gestão & operação. Os créditos são ponderados para gerar um índice global de desempenho ambiental. (BRE, 2003).
	MSDG (<i>Minnesota Sustainable Design Guide</i>)	Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY <i>et al.</i> 2000).
Suécia	<i>EcoEffect</i>	Método de LCA para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia uso de energia, uso de

		materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida (LCC ²). A avaliação de uso de energia e de uso de materiais é feita com base em LCA; enquanto a avaliação de ambiente interno e de ambiente externo é feita com base em critérios. Um software de apoio, no momento com base de dados limitada, foi desenvolvido para cálculo dos impactos ambientais e para apresentação dos resultados (GLAUMANN, 1999).
	<i>Environmental Status of Buildings</i>	Sistema com base em critérios e benchmarks, modificado segundo as necessidades dos membros. Sem LCA ou ponderação (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002).

Fonte: Silva, 2007. Adaptado pela autora.

Todas essas ferramentas e sistemas de avaliação do desempenho ambiental de edifícios, disponíveis atualmente em todo o mundo, são incentivos para que edificações sejam projetadas de forma ambientalmente responsável, e com vistas a apresentar um alto desempenho. A existência destes, porém, não garante que seus conceitos sejam colocados em prática, visto que tais ferramentas e sistemas são de cunho facultativo, o que torna de grande importância que existam iniciativas do poder público no sentido de gerar incentivos que resultem processos mais sustentáveis no que diz respeito às práticas da construção civil em seus diversos estágios.

Segundo Lucuik *et al.* (2005), no Canadá cada esfera do governo abraçou a indústria da construção sustentável em diferentes graus desde o ano de 1990. O Governo Federal incorporou ativamente mudanças em seu próprio parque imobiliário e disponibilizou incentivos para outras áreas da construção. No governo provincial e territorial, o suporte consiste em programas de demonstração /educação, e um enfoque na eficiência energética nos seus prédios. Em alguns municípios como *Vancouver, Markham and Calgary* passou a serem obrigatórias práticas sustentáveis nos edifícios dos governos municipais. Vários municípios já tomaram medidas para controlar a expansão urbana, e alguns oferecem incentivos aos proprietários de edifícios privados para a adoção de critérios de eficiência energética (LUCUIK *et al.*, 2005).

Nos EUA, de acordo com Cryer *et al.*(2005), muitos progressos foram feitos para promover maior sustentabilidade nas construções. Os governos de grandes cidades e centros metropolitanos como Portland, Seattle, Chicago, Los Angeles e Boston apoiam publicamente esforços para a construção de *green buildings* em suas cidades. Nos governos estaduais vários estados fornecem incentivos, regulamentos e / ou legislação com base em torno dos padrões da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). De acordo com USGBC (U.S. Green Building Council), pelo menos 43 cidades e 14 estados adotaram medidas destinadas a promover a eficiência energética e uso de materiais e métodos de construção ecológicos (CRYER *et al.*, 2005).

Para os autores Keeler e Burke (2010), as políticas de construção sustentável, os pedidos de licença e os códigos de edificações, são maneiras de tirar a construção sustentável da esfera das iniciativas voluntárias e levá-la para as políticas públicas obrigatórias.

2.2 O Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil no Brasil

Ainda que existam realidades muito distintas entre os países que adotam sistemas e ferramentas de avaliação ambiental de edifícios, e que a definição de construção sustentável esteja em constante mudança, o objetivo da busca por práticas que tornem as construções ambientalmente mais eficientes é certamente a redução dos impactos causados pelo setor durante todo o ciclo de vida da edificação,

No Brasil, foi criado em 2007 o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, de âmbito nacional, que tem o objetivo de contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade³ na construção civil. As iniciativas promovidas têm como objetivo o aprimoramento de práticas de sustentabilidade³ do setor, criando um campo neutro para discussão sobre o tema. São atividades desenvolvidas pelo CBCS: simpósios, comitês temáticos, seminários,

³ CBCS adota uma visão sistêmica da sustentabilidade, com foco no setor da construção civil e suas inter-relações com o setor financeiro, o governo, a academia e a sociedade civil.

oficinas, cursos e projetos, que buscam promover o debate entre os diversos agentes (CBCS, 2017).

Algumas iniciativas para avaliação ambiental de edifícios encontram-se disponíveis no Brasil. Entretanto, os métodos de avaliação propostos devem buscar atender as peculiaridades do País. Segundo Souza *et al* (2007), as diferenças culturais, ambientais, climáticas, sociais e econômicas influenciam significativamente nas prioridades e objetivos da avaliação.

Neste contexto, a avaliação ambiental de edifícios foi se desenvolvendo no País, e para as autoras, sua importância já pode ser percebida por diversos agentes do setor da construção civil no Brasil e o interesse pelo tema se consolida.

O conceito de análise do ciclo de vida sustentou o desenvolvimento das metodologias de avaliação ambiental de edifícios, desenvolvidas a partir da década de 1990, que eram parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da ECO'92 (SILVA *et al.*, 2001). Segundo a autora, tais ferramentas de avaliação e selos ambientais para edifícios concentram-se na dimensão ambiental da sustentabilidade, devido principalmente ao fato de terem sido elaboradas para países desenvolvidos, onde a eliminação de extremos de desigualdade não encontra paralelo com países em desenvolvimento como o Brasil.

A aplicação de um método de avaliação estrangeiro, ainda que este tenha obtido sucesso em seu país de origem, não refletiria a realidade em outro país. Desde os anos 2000, o Brasil vem aderindo ao uso de metodologias de avaliação ambiental para edifícios. Pesquisas iniciais foram realizadas pela UNICAMP, com o objetivo de coletar e tratar “as informações ambientais necessárias para sustentar a avaliação de edifícios, identificar itens de caracterização regional/ local, estimar o impacto ambiental de edifícios comerciais com as práticas construtivas tradicionais” (DUARTE, 2010, pg. 09). A referida autora chama a atenção para a necessidade do estabelecimento de metas compatíveis com a realidade do país, identificando as possibilidades mais cabíveis para intervenções no Brasil, além de orientar o desenvolvimento de novas pesquisas dirigidas a outras tipologias de edificações.

2.2.1 Principais sistemas de avaliação e certificação no Brasil

O Brasil, nos últimos anos, vem avançando quanto ao desenvolvimento e implantação de sistemas e certificação na construção civil. Vale ressaltar que a adesão a esses sistemas é espontânea e a ampliação do uso dessas ferramentas depende do interesse do mercado.

Entre os métodos estrangeiros para avaliação ambiental de edifícios, adaptados para uso no Brasil, dois tem maior aceitação no mercado, a saber, o **LEED** (*Leadership in Energy and Environmental Design*), método desenvolvido nos Estados Unidos, e a certificação francesa HQE, que deu origem ao Processo **AQUA-HQE**.

Quanto às Ferramentas desenvolvidas especificamente para o contexto brasileiro, pode-se destacar o selo **Casa Azul**, destinado a empreendimentos habitacionais, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de Campinas (PICCOLI *et al.*, 2010), e ainda a ferramenta **ASUS**, baseada no sistema SBTool - que permite que organizações locais desenvolvam um ou mais sistemas de classificação adaptados à sua região - a ferramenta foi desenvolvida na Universidade Federal do Espírito Santo, financiada pelo Governo Estadual, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo – FAPES e que propõe um método de avaliação de edifícios, voltado para o uso por projetistas e adequado à realidade nacional (ASUS, 2017).

Por último têm-se as certificações de eficiência energética de edifícios, Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), e os regulamentos que tem o objetivo de estabelecer critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Edifícios Comerciais, de Serviços, Públicos e Residenciais, RTQ-C e RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais), que criaram condições para a ENCE.

As informações acerca da Etiqueta de Conservação de Energia são tratadas mais detalhadamente no item 2.3 deste capítulo.

•Certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

O USGBC (*United States Green Building Council*) foi criado em 1993 com a missão de promover práticas voltadas para a sustentabilidade no setor de construção civil americano, no ano 2000 lançou a certificação LEED, ou *Leadership in Energy and Environmental Design* e hoje está presente em mais de 160 países (USGBC, 2017).

Em 2007 foi criado no Brasil o *Green Building Council Brasil* (GBCB), órgão não governamental vinculado ao USGBC com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável no país (DEEKE *et al.*, 2008) e trouxe a certificação LEED para o Brasil.

Segundo a GBCB, o sistema LEED pode ser aplicado a qualquer fase do empreendimento. Os Projetos que buscam a certificação LEED enquadram-se em uma das quatro tipologias, novas construções, design de interiores, edifícios existentes e bairros, e são analisadas oito dimensões (Figura 3).

Figura 3: Certificação LEED - Dimensões avaliadas



Fonte: Green Building Counce Brasil. Disponível em<<http://www.gbcbrazil.org.br>> Acesso em: 19 maio 2017.

O sistema de certificação LEED tem sido aplicado nos últimos anos na certificação de desempenho ambiental de edifícios comerciais nas cidades brasileiras, contando hoje com 423 empreendimentos certificados (USGBC, 2017), Silva (2003) explica que este é possivelmente “o sistema disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto”, entretanto, é criticada justamente por sua estrutura bastante simples.

Silva *et al.*(2010) considera o LEED uma ferramenta “em processo de adaptação à realidade brasileira”, e Marques (2007) afirma que, para fins de certificação, a ferramenta precisa evoluir, no intuito de realizar alterações para adequação a realidade local, sendo que as principais adaptações que precisam ser feitas se referem a legislação ambiental Brasileira.

•AQUA – HQE

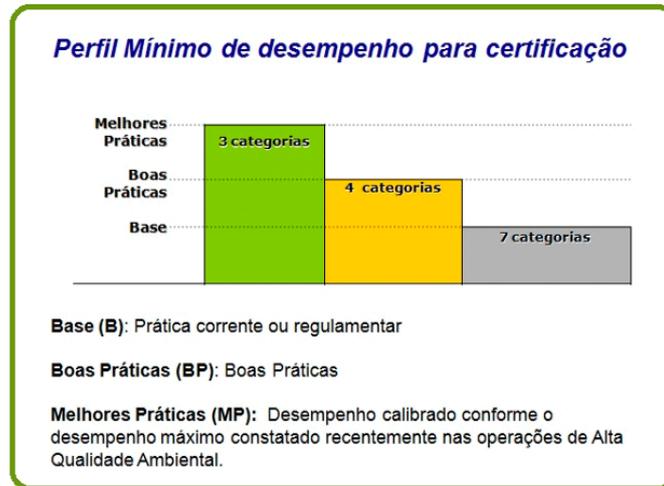
O Processo AQUA-HQE é uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*.

De acordo com a Fundação Vanzolini, responsável pela certificação no Brasil, o Processo AQUA-HQE propõe um novo olhar para sustentabilidade nas construções brasileiras; seus referenciais técnicos foram desenvolvidos considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil, mas buscando sempre uma melhoria contínua de seus desempenhos.

A avaliação de qualidade ambiental do edifício é realizada para 14 categorias de preocupação ambiental e as classifica nos níveis BASE, BOAS PRÁTICAS ou MELHORES PRÁTICAS, conforme perfil ambiental definido pelo empreendedor na fase pré-projeto (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2017).

Para obtenção do certificado AQUA-HQE, o empreendimento deve alcançar um resultado mínimo de desempenho com três categorias no nível MELHORES PRÁTICAS, quatro categorias no nível BOAS PRÁTICAS e sete categorias no nível BASE (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2017) (Figura 4).

Figura 4: Perfil mínimo de desempenho para certificação



Fonte: Fundação Vanzolini (2017).

O processo AQUA-HQE contava, até 2016, com 427 edifícios certificados, sendo 251 residenciais e 176 não residenciais, além de 255 empreendimentos (VANZOLINI, 2017). De acordo com Bueno (2010) o processo AQUA-HQE é a primeira iniciativa de adaptação de um sistema estrangeiro para a realidade brasileira, e embora sua estrutura seja idêntica a do Francês HQE, apresenta indicadores de desempenho mais completos e flexíveis.

Barros (2010, págs. 84, 85 e 87) relata em sua pesquisa as dificuldades encontradas pelos empreendedores para obter a certificação, como a “Falta de fornecedores especializados para os insumos (materiais e tecnologias sustentáveis) que o empreendimento demanda ou demandou”, “Dificuldade em recuperar os custos iniciais”, “Custo das tecnologias sustentáveis empreendidas no projeto e da mão de obra especializada” e ainda “Questões relacionadas aos confortos térmicos, acústicos e lumínicos”.

• Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal foi lançado em 2010, foi o primeiro sistema de classificação da sustentabilidade de projetos ofertado no Brasil que foi desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira (CAIXA, 2010).

Segundo a Caixa (2010), as soluções adequadas à realidade local são as que permitem o melhor aproveitamento dos recursos naturais e proporcionam maiores benefícios sociais.

- **ASUS**

A ASUS é uma ferramenta de auxílio aos projetistas de arquitetura aliada a um sistema de avaliação da sustentabilidade, voltada para edificações comerciais e institucionais do. A ferramenta é gratuita e não tem como objetivo a certificação de edifícios. A ferramenta ASUS, utiliza fundamentalmente a base metodológica fornecida pela SBTool - uma ferramenta com estrutura genérica, flexível e abrangente, que permite ajustes e calibrações, e dessa forma possibilita uma avaliação condizente com a realidade – voltada para o desenvolvimento científico, aliada aos dois métodos que são essencialmente dirigidos ao mercado, LEED e AQUA (SOUZA, 2008).

2.2.2 Desenvolvimento Sustentável e Obras Públicas no Brasil

O setor da construção civil no Brasil respondeu em 2016 por 5,4% do PIB (Produto interno bruto) (CBIC, 2016), e toda a estrutura da construção emprega no País cerca 13 milhões de pessoas, considerando empregos formais, informais e indiretos (BRASIL, 2016).

A aquisição de bens e serviços públicos - nos quais se inserem as obras públicas - é responsável, nos diversos níveis de governo, por movimentar cerca de aproximadamente 21,5% do PIB nacional (ICLEI, 2015). Segundo Azevedo (2014), pode-se perceber que a vasta soma de recursos financeiros envolvidos na aquisição de bens e serviços pelo Estado transforma o Poder Público em um grande agente econômico.

Ainda de acordo com o autor, o poder de compra do Estado pode e deve ser utilizado para promoção da sustentabilidade gerando benefícios diretos e indiretos para toda a sociedade.

Assim, o Estado pode contribuir para a redução de bens e serviços que causem malefícios ao meio ambiente, e ainda sinalizar ao setor privado qual é a sua política de compra, induzindo as empresas que negociam como o Poder Público, e

também aquelas que atuam somente no mercado privado, a produzir bens e serviços mais sustentáveis.

A contratação do serviço de uma obra de construção civil é um cenário no qual as influências das compras públicas podem ser visualizadas devido a algumas características peculiares: volume de obras contratadas anualmente; impacto que causam no meio ambiente; e volume de recursos que movimentam. A associação dos fatores das compras públicas com as peculiaridades da construção civil começa com o conhecimento das políticas de cunho sustentável, o qual pode ser visto como primeiro fator. O segundo é a política de custo utilizada na construção civil, peculiares à realidade da Administração Pública devido aos tipos processos licitatórios. Incentivos organizacionais proporcionados pelos mecanismos de licitação também influenciam as compras públicas, bem como as pressões por atividades sustentáveis. Por fim, a disponibilidade do fornecedor em atender a contratação de maneira satisfatória para assegurar a validade da compra pública (SILVA, 2013, p.15).

Os produtos, os serviços e as obras de menor impacto ambiental podem desonerar a manutenção dos bens, considerando que os produtos sustentáveis são geralmente mais duráveis e consomem menos energia, além da redução, no futuro, de gastos públicos com políticas de reparação de danos ambientais na sociedade (MOURA, 2013).

Moura (2013) diz que ao demonstrar para a sociedade um comportamento mais sustentável, os governos podem estimular esse processo nos demais setores, as licitações públicas que se pautam na sustentabilidade tem potencial de alavancar melhorias no âmbito social, garantindo, por exemplo, condições de trabalho adequadas aos operários das obras públicas ou promovendo novas oportunidades de trabalho para grupos marginalizados.

Uma das vantagens de se permitir a promoção do desenvolvimento sustentável nas contratações públicas é introduzir a discussão de questões ambientais nos processos licitatórios, proporcionando aos gestores a possibilidade de escolhas e decisões que levam em conta a redução de danos ambientais. Ao agir assim, o Estado brasileiro afirma sua posição de apoiador da sustentabilidade, assumindo um papel emblemático diante da população (SILVA *et al.*, 2012).

O alto volume de recursos empregados nas aquisições de bens e serviços em todas as esferas da administração pública tem o poder de induzir o mercado a oferecer produtos e serviços que apresentem vantagens ambientais.

Os edifícios públicos destinam-se a satisfazer as necessidades de um determinado público alvo, como eles estão fora do mercado imobiliário, o incremento em seu processo de produção ou reforma, visando aplicar os princípios da sustentabilidade ao ambiente construído, onde todo o ciclo de vida é levado em conta, torna insignificante o aumento do valor de mercado que pode ser alcançado ao se programar tais estratégias (KUSAR, 2013).

Segundo Kusar (2013), para os edifícios públicos, do ponto de vista financeiro, a principal preocupação é direcionada para o custo do investimento, de manutenção e gerenciamento.

O resultado prático do planejamento de uma obra pública, visando maior sustentabilidade, poderá ser percebido então nos números que expressam menores custos de manutenção, redução no consumo de água e energia, e aumento da produtividade resultante da maior conforto dos usuários. Barros (2012) traz como exemplo os edifícios “verdes”, que oferecem melhores condições de trabalho para os ocupantes, incluindo melhor qualidade do ar, conforto térmico e acesso à luz natural, o que reflete no melhor desempenho, produtividade, na redução de doenças e faltas ao trabalho, resultando em ganhos consideráveis para as companhias que ocupam edifícios deste tipo.

Várias pesquisas realizadas indicam que os edifícios “verdes” podem reduzir em até 30% o consumo de energia, 50% o consumo de água, 90% o descarte de resíduos (TÉCHNE, 2010), 13% os custos de manutenção e também aumentar em 27% o nível de satisfação dos seus ocupantes (KATS, 2003).

2.2.3 A evolução das políticas públicas de sustentabilidade e os procedimentos licitatórios

No sistema legislativo que é adotado no Brasil, tem-se na Constituição Federal (BRASIL, 1988) o pilar central de toda a estruturação legal, tendo abaixo desta os tratados internacionais, as leis complementares e as leis ordinárias, os decretos, os decretos legislativos e as resoluções.

Conta-se ainda com as portarias, instruções normativas, avisos e regimentos, que são atos normativos, complementares às leis e mais detalhados, os quais devem de forma estrita, satisfazer os preceitos contidos na legislação, e estar em harmonia com a Constituição.

No preâmbulo da Constituição Federal de 1988 o desenvolvimento aparece como um dos princípios supremos do Estado Democrático de Direito.

Nós, representantes do povo brasileiro, reunidos em Assembleia Nacional Constituinte para instituir um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos, fundada na harmonia social e comprometida, na ordem interna e internacional, com a solução pacífica das controvérsias, promulgamos, sob a proteção de Deus, a seguinte CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (BRASIL, 1988, p.01).

Numa análise criteriosa do sistema jurídico brasileiro, percebe-se que ao menos em tese o arcabouço jurídico brasileiro é qualificado o suficiente para tratar a defesa do meio ambiente visando o desenvolvimento sustentável como princípio constitucional. Conforme o texto do artigo 170, item VI, e também o artigo 225 da Constituição Federal.

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

...

VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; (BRASIL. Constituição, 1988. Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003).

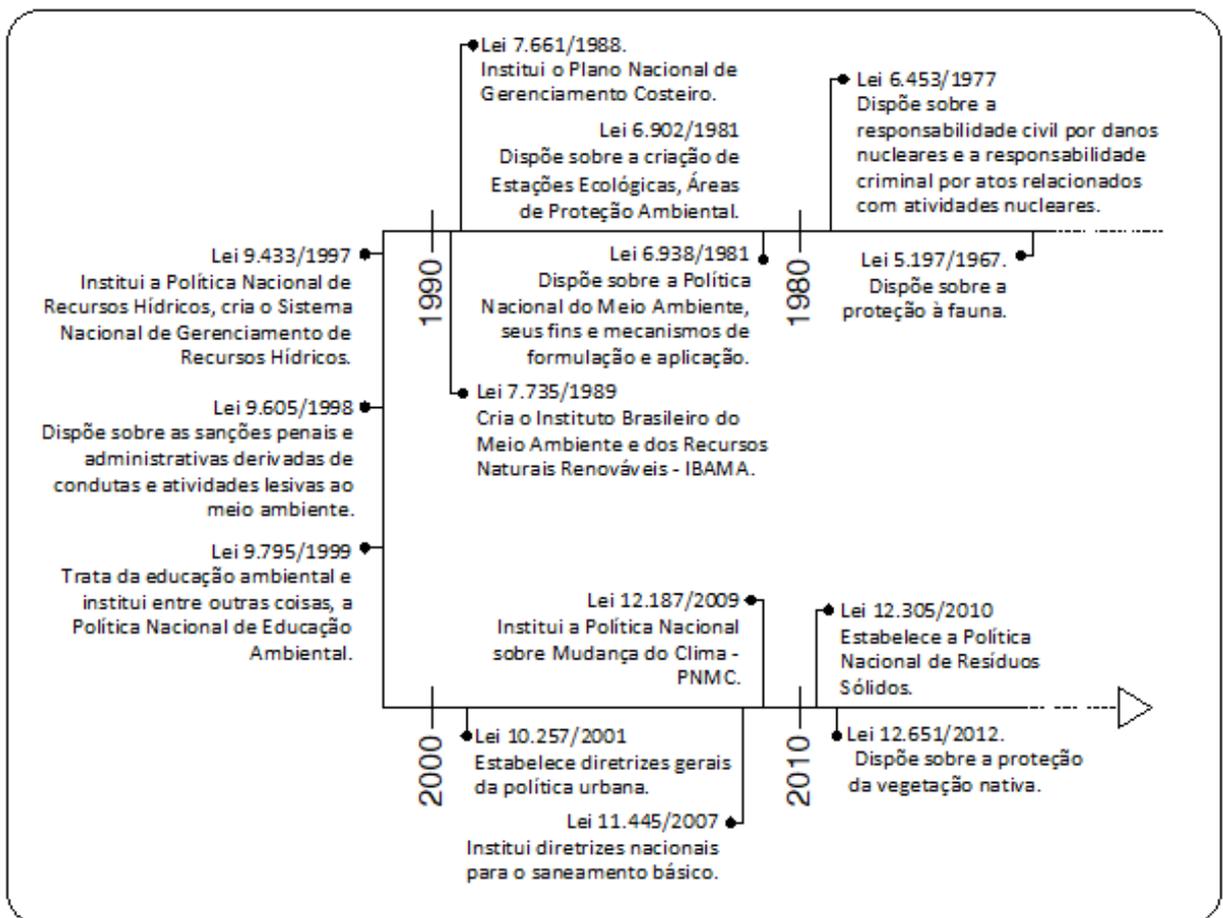
...

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida,

impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL. Constituição, 1988).

De acordo com Machado (2005) a legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo, e segundo ele, apesar de não serem cumpridas da maneira adequada, têm potencial para garantir a preservação do grande patrimônio ambiental do País. (figura 5).

Figura 5: Evolução da legislação ambiental.



Fonte: A autora.

No que tange às obras públicas no Brasil, sua contratação é regida pela lei Nº 8.666, de 21 de junho de 1993 que regulamenta o Art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, instituindo normas para licitações e contratos da Administração Pública (BRASIL, 1993).

Art. 2º As obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando

contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação, ressalvadas as hipóteses previstas nesta Lei (BRASIL, 1993).

Segundo o Artigo 6º da referida Lei, qualquer construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de um bem público é uma obra pública, que pode ser realizada pela própria administração pública ou contratada por meio de licitação, salvo casos excepcionais que resultam em dispensa de licitação (BRASIL, 1993).

Toda a licitação para contratação de serviços e obras públicas é precedida da confecção de um projeto básico ou termo de referência⁴, que deve conter as informações necessárias para caracterizar a obra ou serviço a ser contratado. Para sua elaboração são realizados estudos técnicos preliminares para garantir a viabilidade da obra ou serviço, tratamento do impacto ambiental, e previsão dos custos e prazos da contratação, entre outras informações.

Ressalta-se a importância do projeto básico ou termo de referência²⁰, visto que essa peça antecede obrigatoriamente a confecção do edital de licitação, devendo assegurar a execução do contrato dentro das diretrizes da administração pública, sendo um instrumento precioso para elevar a qualidade dos edifícios públicos e institucionais em nosso país. Através dele é possível planejar edificações com melhor rendimento desde a fase de concepção, passando pela sua implantação e por fim na sua utilização, tendo como resultado edifícios mais sustentáveis.

Inicialmente, a Lei 8.666 não trazia em seu texto nenhuma citação direta às questões afeitas à sustentabilidade. Embora a Carta Magna do nosso País, confira a sustentabilidade o status de princípio constitucional, tal princípio não se traduzia em

⁴ De acordo com a Instrução Normativa nº5 de Maio de 2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre as regras e diretrizes do procedimento de contratação de serviços sob o regime de execução indireta no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional, o Projeto Básico ou Termo de Referência é uma das etapas do planejamento da contratação e deverá conter no mínimo: I - declaração do objeto; II - fundamentação da contratação; III - descrição da solução como um todo; IV - requisitos da contratação; V - modelo de execução do objeto; VI - modelo de gestão do contrato; VII - critérios de medição e pagamento; VIII - forma de seleção do fornecedor; IX - critérios de seleção do fornecedor; X - estimativas detalhadas dos preços, com ampla pesquisa de mercado nos termos da Instrução Normativa nº 5, de 27 de junho de 2014; e XI - adequação orçamentária.

nenhuma diretriz específica para os processos licitatórios. Como é possível constatar no texto original do caput do Art. 3º da lei.

Art. 3º A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia e a selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos. (BRASIL. Lei nº 8.666).

Em 2010 o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão publicou a Instrução Normativa n.º 1 de 19/01/10 (SLTI/MPOG, 2010), que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade na aquisição de bens e na contratação de serviços ou obras, no âmbito da administração pública federal.

Porém, foi a Lei nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010), que alterou o texto do artigo 3º da Lei 8.666, ao introduzir a expressão “desenvolvimento nacional sustentável”, fazendo com que o caput do artigo 3º da referida Lei passasse a apresentar a seguinte redação:

Art. 3º A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos. (BRASIL, 2010).

Com esta alteração na Lei nº 8.666/1993, a prática do uso de critérios de sustentabilidade fica legitimada nas licitações públicas.

Foi a aprovação do Decreto n.º 7.746 de 2012, (BRASIL, 2012) que regulamentou o artigo 3º da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993, estabelecendo critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável por meio das contratações realizadas pela administração pública em

todas as suas esferas. Em seu artigo 4º o referido decreto define que são diretrizes de sustentabilidade:

- I – menor impacto sobre recursos naturais como flora, fauna, ar, solo e água;
- II – preferência para materiais, tecnologias e matérias-primas de origem local;
- III – maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia;
- IV – maior geração de empregos, preferencialmente com mão de obra local;
- V – maior vida útil e menor custo de manutenção do bem e da obra;
- VI – uso de inovações que reduzam a pressão sobre recursos naturais; e
- VII – origem ambientalmente regular dos recursos naturais utilizados nos bens, serviços e obras.

O Decreto n.º 7.746 de 2012 (BRASIL, 2012), vem corroborar para que os editais de licitação das compras e contratações na esfera pública possam vir a reduzir os impactos causados pelo fornecimento de bens e serviços públicos.

Entretanto, o caráter do decreto é facultativo. Porém, em 2014, o Governo Federal tornou compulsórias as licitações sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de edificações federais, novas ou retrofits, na classificação máxima, Nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBEEdifica (Inmetro/Eletróbrás/PROCEL Edifica) - através da Instrução Normativa SLTI/MP nº02 de 2014 da então Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação -SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, que dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit (BRASIL, 2014; GOMES; AMORIM, 2016).

Vale ressaltar que de acordo com as linhas de ações propostas Plano Nacional de Eficiência Energética - PNEF - Premissas e Diretrizes Básicas, do Ministério de Minas e Energia, está prevista a regulamentação através de legislação pertinente, que deverá tornar obrigatória à etiquetagem para todas as edificações públicas até 2020, edifícios comerciais e de serviços até 2025 e residenciais até 2030 (MME, 2011).

Como pode ser compreendido através da revisão da legislação brasileira que trata das questões relativas ao meio ambiente e a contratação de obras e serviços de engenharia, a Instrução Normativa nº 02 de 2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI/MPOG, 2014), apresenta-se atualmente como único dispositivo obrigatório do Governo Brasileiro relativo à redução dos impactos ambientais.

A referida instrução normativa, que tem o objetivo de corroborar para que os editais de licitação das compras e contratações na esfera pública possam vir a reduzir os impactos causados pelo fornecimento de bens e serviços públicos, se sustenta no Decreto n.º 7.746 de 2012 (BRASIL, 2012), que regulamentou o artigo 3º da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, 1993).

Devido ao caráter obrigatório único da Instrução Normativa nº 02 de 2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI/MPOG, 2014), será detalhada a seguir a Etiquetagem de Eficiência Energética de que trata o referido dispositivo.

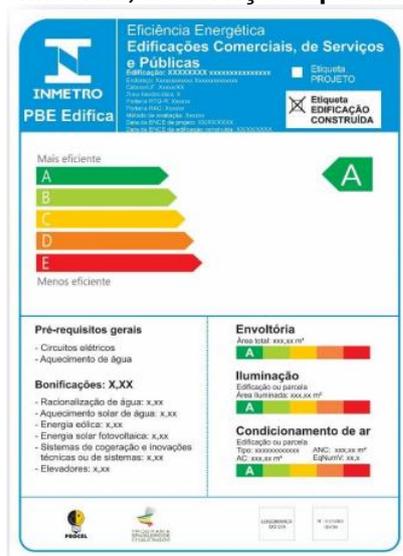
2.3 A Etiqueta PBEEedifica e o Selo Procel Edificações

As discussões acerca da criação de programas brasileiros de avaliação da conformidade com foco no desempenho iniciaram-se em 1984, com a iniciativa do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), tendo como finalidade contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil através da prestação de informações sobre eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional. Como resultado foi criado o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), do qual fazem parte os programas de Avaliação da Conformidade que utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE)

para prestar informações sobre o desempenho dos produtos no que diz respeito à sua eficiência energética (PBE EDIFICA, 2017).

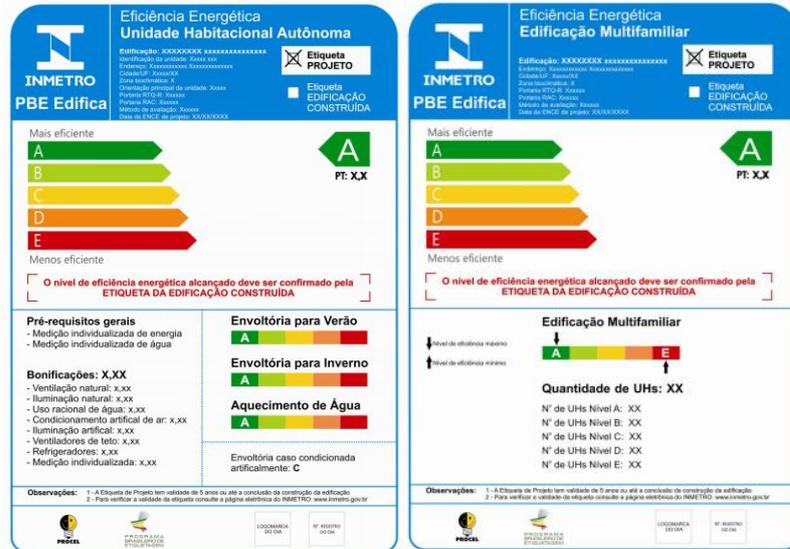
Os programas participantes do PBE são coordenados por iniciativas governamentais que atuam em parceria, o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Entre os programas participantes, encontra-se a Etiqueta PBE Edifica, desenvolvida em parceria entre o Inmetro e a Eletrobras/PROCEL Edifica. A Etiqueta (Figuras 6 e 7) é o Selo de Conformidade que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho, estabelecidos em normas e regulamentos técnicos, e classifica as edificações em categorias que vão de "A" - mais eficiente - a "E" - menos eficiente. (PBE EDIFICA, 2017).

Figura 6: Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações comerciais, de serviços e públicas.



Fonte: PBE Edifica, 2017.

Figura 7: Exemplos de modelos da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações residenciais.



Fonte: PBE Edifica, 2017.

As edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria podem ser identificadas pelo Selo Procel Edificações (Figura 8), que foi estabelecido em novembro de 2014, sendo um instrumento de adesão voluntária, outorgado pela Eletrobrás, tanto na fase de projeto, que é válido até a conclusão da obra, quanto na etapa da edificação construída. Para tanto é necessário a obtenção da Etiqueta PBE Edifica, classe A, para os três sistemas avaliados: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar (PROCEL INFO, 2017).

Figura 8:: Selo Procel Edificações.



Fonte: PROCEL Info, 2017.

Segundo o Procel Info (2017a), o Selo Procel Edificações pode ajudar o consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes, lembrando que o setor de

edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, é bastante significativo, representando cerca de 50% do consumo de eletricidade do País.

Ainda de acordo com o Procel Info (2017a), o Selo tem outra importante função, pode ser utilizado como caminho alternativo para a comprovação do atendimento ao pré-requisito de desempenho energético mínimo no processo de obtenção da certificação internacional de construções sustentáveis LEED, o critério de equivalência é válido para edificações comerciais, públicas e de serviços localizadas em todo o território nacional, exceto as destinadas à assistência médica, data centers, instalações industriais, armazéns e laboratórios. Os projetos registrados no país podem utilizar o Selo Procel Edificações para comprovar a conformidade com as exigências do pré-requisito EAp25, da dimensão de Energia e Atmosfera, uma das sete dimensões avaliadas antes da outorga do certificado internacional, eliminando uma etapa e contribuindo para acelerar e facilitar o processo.

A etiquetagem de edificações - PBE Edifica - é utilizada como referência na esfera da Certificação AQUA, para avaliação das edificações residenciais e não residenciais, na qual é possível utilizar critérios do PBEEdifica para avaliação AQUA-HQE. Os regulamentos RTQ-R e RTQ-C são utilizados como parâmetro para alguns requisitos a serem atendidos para os níveis de eficiência energética de edificações do AQUA-HQE conforme cada tipologia avaliada. Para os edifícios residenciais há equivalência nas categorias “Gestão de Energia”, “Conforto Higrotérmico” e “Qualidade sanitária do ar”. Já para as edificações comerciais, de serviços e públicas, a equivalência pode ser encontrada nas categorias “Gestão de Energia” e “Conforto Higrotérmico” (PROCEL INFO, 2017a). Tudo isso porque o setor de edificações tem um expressivo potencial de redução do consumo de energia elétrica.

De acordo com os estudos acerca da etiquetagem de edifícios, as edificações novas construídas sob os parâmetros estabelecidos pela Etiquetagem PBE Edifica podem resultar em uma economia de energia de até 50%, já as

⁵ pré-requisito de Energia e Atmosfera do LEED. Fonte: Green Building Council Brasil, **Certificação LEED**, Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em 20 dez. 2016.

edificações existentes que sofrerem grandes reformas, podem atingir uma redução no consumo de até 30%. (PROCEL INFO, 2017b).

No contexto das obras públicas, o Governo Federal, através da Instrução Normativa SLTI/MP nº02 de 2014 da então Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2014) tornou obrigatória a obtenção da classificação máxima, Nível "A" do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBEEdifica (Inmetro/Eletróbrás/PROCEL Edifica) para as edificações públicas federais, novas ou *retrofits*. Em seus parágrafos quinto e sexto, a referida Instrução Normativa diz:

Art.5º Os projetos de edificações públicas federais novas devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto classe "A".

Parágrafo único. Após a obtenção da ENCE Geral de Projeto classe "A", a construção da nova edificação deve ser executada ou contratada de forma a garantir a obtenção da ENCE Geral da Edificação Construída classe "A" (BRASIL, 2014).

Art.6º As obras de *retrofit* devem ser contratadas visando à obtenção da ENCE Parcial da Edificação Construída classe "A" para os sistemas individuais de iluminação e de condicionamento de ar, ressalvados os casos de inviabilidade técnica ou econômica, devidamente justificados, devendo-se, nesse caso, atingir a maior classe de eficiência possível (BRASIL, 2014).

De acordo com o art. 8º da Instrução Normativa são dispensadas da obtenção da ENCE, as edificações com até 500m²(quinhentos metros quadrados) de área construída ou cujo valor da obra seja inferior ao equivalente ao Custo Básico da Construção Civil- CUB – Médio do Brasil atualizado, aplicado a uma construção de quinhentos metros quadrados (BRASIL, 2014; GOMES; AMORIM, 2016).

2.3.1 Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios

Com o objetivo de estabelecer critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Edifícios Comerciais, de Serviços, Públicos e Residenciais, e criar condições para a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), e

atendendo ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), foram criados o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R) (PBE EDIFICA, 2017).

A primeira versão do RTQ-C foi lançada em 2009. Atualmente encontra-se em vigor a Portaria Inmetro nº 372, de 17 de setembro de 2010, complementada pelas Portarias do Inmetro n.º 17, de 16 de janeiro de 2012 e Portaria Inmetro nº 299 de 19 de junho de 2013. Já o RTQ-R, lançado em 2010, é regido pela Portaria Inmetro nº 18, de 16 de janeiro de 2012 (PBE EDIFICA, 2017).

Através do RTQ-C é possível classificar os edifícios com relação à eficiência energética, em três sistemas: Envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. Os três sistemas são avaliados separadamente, onde se obtém os níveis parciais de eficiência. Para a classificação geral do edifício, considera-se ainda uma variável relativa às bonificações, são pontos extras que equivalem ao uso de soluções que elevem a eficiência energética da edificação, e que variam de 0 a 1. (ELETROBRÁS/PROCEL, 2016).

A aplicação de iniciativas para bonificações visa incentivar a economia do consumo de energia elétrica através do emprego de inovações tecnológicas. Após justificativa e comprovação do aumento da eficiência da edificação, as bonificações podem aumentar em até um ponto na classificação geral (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016, pag.83).

Pode-se utilizar mais de uma estratégia visando alcançar um ponto de bonificação. Os sistemas podem ser utilizados simultaneamente em porcentagens menores que as citadas no RTQ-C, pois a pontuação será calculada de forma proporcional à economia comprovada e as bonificações de cada sistema serão somadas de forma a alcançar até no máximo um ponto (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016, pag.83).

Neste trabalho, devido à tipologia do objeto de estudo – edifício público - serão detalhados os procedimentos para aplicação do RTQ-C.

O RTQ-C pode ser aplicado por meio de duas metodologias distintas: o método prescritivo e a simulação computacional. Segundo o Manual (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016) para Aplicação do RTQ-C, a certificação através do método da simulação computacional não dispensa o uso do método prescritivo e sua utilização tem o intuito de comprovar que, em situações peculiares, o uso de parâmetros distintos dos definidos no RTQ-C resultam uma maior economia de energia, proporcionando o conforto do ambiente.

Ainda segundo o Manual (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016), o método de simulação é indicado nos casos onde é necessário permitir a liberdade de projeto na forma da edificação, na natureza das aberturas e afins, para a incorporação de inovações tecnológicas que proporcionem níveis de eficiência elevados, ainda quando do uso de estratégias passivas de condicionamento e incorporação de soluções não previstas no RTQ-C.

O método prescritivo é um método simplificado que avalia as edificações através de equações e tabelas, e segundo os autores Carlo e Lamberts (2010), fundamenta-se em uma série de parâmetros predefinidos, ou a calcular, que indicam o nível de eficiência do sistema. Para os autores, o conjunto de regras gerais que constituem este método e serve para identificar a eficiência do edifício, aplica-se à grande maioria das tipologias construtivas encontrados em nosso País para edifícios que se prestam ao uso comercial, de serviço ou público.

O RTQ-C, visa estabelecer as condições para a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) emitida pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), em cinco níveis de eficiência energética (Figura 9).

Figura 9: Equivalente numérico para cada nível de eficiência.

Nível de eficiência	EqNum
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptada pela autora.

Esses níveis são obtidos através da aplicação do Regulamento, tanto para classificações parciais como para totais, e são: A (mais eficiente), B, C, D e E (menos eficiente). Há um equivalente numérico (EqNum) para cada nível de eficiência (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

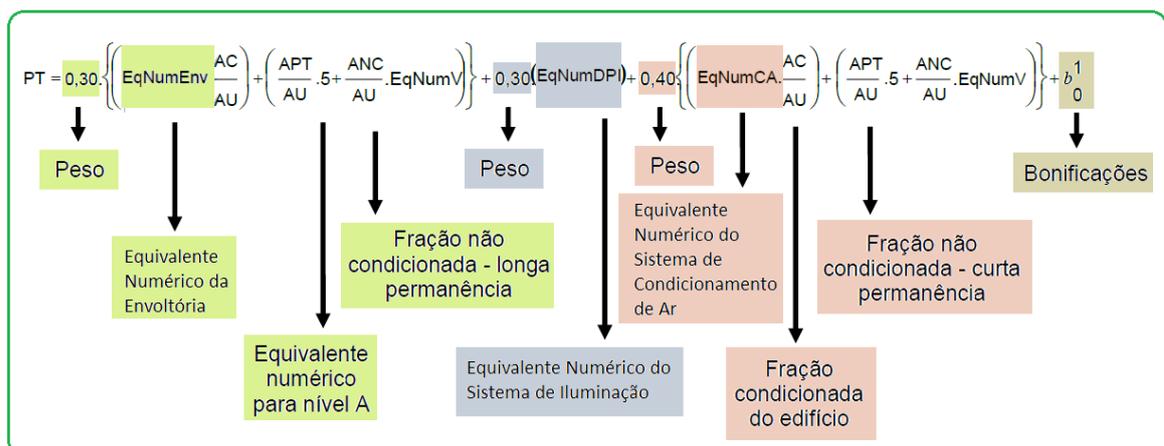
O resultado da classificação da eficiência de cada um dos três sistemas avaliados recebem pesos distribuídos da seguinte maneira:

- Envoltória = 30%
- Sistema de Iluminação = 30%
- Sistema de Condicionamento de Ar = 40%

A classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos, somadas às bonificações, que resulta na pontuação total (PT).

Esses resultados são reunidos numa equação (Figura 10), onde se obtém o nível geral de classificação da edificação, que pode ser utilizada para avaliação da qualificação da edificação tanto na fase de projeto, que é válido até a conclusão da obra, quanto posteriormente na etapa da edificação construída (PBE EDIFICA, 2017; ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

Figura 10: Variáveis da Equação Geral



Fonte: Eletrobrás/PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

As siglas utilizadas na equação geral correspondem as seguintes variáveis::

→ **PT**: Pontuação Total

- ↳ **EqNumEnv**: Equivalente Numérico da Envoltória;
- ↳ **EqNumDPI**: Equivalente Numérico do Sistema de Iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;
- ↳ **EqNumCA**: Equivalente Numérico do Sistema de Condicionamento de Ar;
- ↳ **EqNumV**: Equivalente Numérico de Ambientes Não Condicionados e/ou Ventilados Naturalmente;
- ↳ **APT**: Área Útil dos ambientes de Permanência Transitória, desde que não condicionados;
- ↳ **ANC**: Área Útil dos ambientes Não Condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;
- ↳ **AC**: Área Útil dos Ambientes Condicionados;
- ↳ **AU**: Área Útil;
- ↳ **b**: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Para a obtenção da classificação geral do nível de eficiência da edificação, devem ser atendidos alguns pré-requisitos, que dizem respeito aos circuitos elétricos e aquecimento de água (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

→ **Pré-requisitos Gerais**

Para os níveis A e B, as edificações devem possuir, salvo algumas exceções, circuito elétrico separado por uso final: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros; ou ainda possuir instalado equipamento que possibilite medição por uso final (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

Com relação ao aquecimento de água, nos casos de edificações com alto consumo de água, onde a utilização da água quente represente um percentual igual ou superior a 10% do consumo de energia, deve-se, para obtenção do nível A, utilizar sistemas eficientes, como aquecimento solar, a gás, bombas de calor ou por

reuso de calor, e comprovar que 100% da demanda de água quente é atendida por um ou mais dos sistemas (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

→ **Envoltória**

De acordo com o manual para aplicação do RTQ-C, versão 4 de 2016, dependendo do nível de eficiência almejado para a envoltória, variam os pré-requisitos que devem ser atendidos, e ainda alguns requisitos de transmitância térmica do nível **A** são mais rigorosos que do nível **B**, que são mais rigorosos que os dos níveis **C** e **D** (Tabela 2).

Tabela 2: Síntese dos pré-requisitos específicos cumpridos da envoltória.

Nível de eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Coeficiente de absorção de superfícies	Iluminação zenital
A	X	X	X
B	X	X	X
C e D	X		

Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

A primeira informação que se deve ter a mão ao iniciar a análise da envoltória é a zona bioclimática em que o projeto será inserido.

Os pré-requisitos estabelecidos pelo RTQ-C para a envoltória obedecem a valores máximos que variam de acordo com o nível de eficiência energética e com a zona bioclimática do local onde a edificação estará inserida.

De acordo com o manual para aplicação do RTQ-C (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016) devem-se considerar as seguintes definições e parâmetros:

• **U_{COB}** - Transmitância Térmica das Coberturas da edificação (W/(m²K))

• **U_{COB - AC}** - Transmitância Térmica das Coberturas da edificação dos Ambientes Condicionados, ou seja, ambientes fechados atendidos por sistema de condicionamento de ar (W/(m²K));

• **U_{COB - ANC}** - Transmitância Térmica das Coberturas da edificação dos Ambientes Não Condicionados, ou seja, ambientes fechados atendidos por sistema de condicionamento de ar (W/(m²K));

- **UPAR** - Transmitância térmica das paredes da edificação ($W/(m^2K)$);
- **α_{PAR}** - Absortância Solar das Paredes (%);
- **α_{COB}** - Absortância Solar da Cobertura (%);
- **PAZ** - Percentual de área de abertura zenital na cobertura.
- **FS** - Fator Solar.
- **C_{TPAR}** - Capacidade Térmica das Paredes ($kJ/(m^2K)$);

As tabelas 3 e 4 apresentam os limites máximos dos pré-requisitos acima, estabelecidos para a envoltória para a obtenção do nível A, quando a edificação está situada na ZB 8:

Tabela 3: Síntese das exigências para os pré-requisitos da envoltória para nível A / ZB 8.

Transmitância térmica máxima – Cobertura	
Ambientes Condicionados Artificialmente U_{COB-AC}	Ambientes Não Condicionados $U_{COB-ANC}$
1,0 W/m^2K	2,0 W/m^2K
Transmitância térmica máxima – Paredes	
Paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m^2K U_{PAR}	Paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/m^2K U_{PAR}
2,5 W/m^2K	3,7 W/m^2K
Cores e absortância de superfícies	
Absortância Solar da Cobertura α_{COB}	Absortância Solar das paredes α_{PAR}
$\alpha_{COB} \leq 0,50$ do espectro solar	$\alpha_{PAR} \leq 0,50$ do espectro solar

Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

Tabela 4: Limites da relação entre o percentual de abertura zenital e fator solar.

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

↳ **Dados Dimensionais da Edificação e Características das Aberturas**

Os dados dimensionais e as características das Aberturas da edificação (ver fig. Xx) a serem levantados para cálculo da eficiência energética da envoltória, devem ser efetuados considerando as definições e instruções do manual para aplicação do RTQ-C, versão 4 de 2016, de autoria da Eletrobrás *et al*, a saber:

- **A_{TOT}**– Soma das áreas de piso dos ambientes fechados da construção, medidas externamente;
- **A_{PCOB}**– Área da projeção horizontal da cobertura, incluindo terraços cobertos ou descobertos e excluindo beirais, marquises e coberturas sobre varandas – esta última, desde que fora do alinhamento do edifício;
- **A_{PE}**– Área de projeção média dos pavimentos, excluindo subsolos;
- **V_{TOT}**– Volume delimitado pelos fechamentos externos do edifício (fachadas e cobertura), com exceção de pátios internos descobertos;
- **A_{ENV}**– Soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas;
- **FS**– Razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura;
- **PAF_T**– Razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação;
- **PAF_O**– Razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, da fachada oeste e a área da fachada oeste;
- **AVS**– Ângulo vertical de sombreamento, formado entre 2 planos que contêm a base da abertura;

- **AHS**– Ângulo horizontal de sombreamento, formado entre 2 planos verticais.

→ Sistema de Iluminação

De acordo com a portaria nº 372 de 2010 do INMETRO, para classificação do sistema de iluminação, deverão ser respeitados os critérios de controle desse sistema, de acordo com o nível de eficiência desejado.

Para o nível A, devem ser cumpridos os pré-requisitos a seguir:

↳ **Divisão dos Circuitos:** Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Cada dispositivo de controle deve ser de fácil acesso, e localizado onde o usuário possa visualizar o sistema que está sendo controlado, e poderá controlar área de no máximo 250 m² em ambientes até 1.000 m², ou área de até 1000 m² para ambientes maiores do que 1000 m² (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

↳ **Contribuição da luz natural:** Em ambientes com aberturas voltadas ao ambiente externo e que contenham mais de uma fileira de luminárias paralelas a parede da abertura, a fileira mais próxima da abertura deverá ter um dispositivo de acionamento independente, de forma que estas luminárias possam ser mantidas desligadas, para propiciar o aproveitamento da luz natural disponível (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016).

↳ **Desligamento automático do sistema de iluminação:** Este pré-requisito determina que ambientes com áreas acima de 250 m² deverá possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação.

O procedimento para determinação da eficiência do sistema de iluminação através do método prescritivo dependerá do número de atividades para as quais a edificação foi destinada. São dois os métodos existentes, método da área do edifício, ou método das atividades do edifício.

De acordo com o manual para aplicação do RTQ-C o método da área da do edifício avalia os ambientes como um todo, e deve ser utilizado para edifícios com até três atividades principais, ou para atividades que ocupem mais de 30% da área da do edifício. Já o método das atividades do edifício avalia separadamente os ambientes do edifício e deve ser utilizado para edifícios em que o método anterior não é aplicável.

→ Sistema de Condicionamento de Ar

De acordo com a portaria nº 372 de 2010 do INMETRO (INMETRO, 2010), para classificação do sistema condicionamento de ar, fazem-se necessários, além de conhecer o nível de eficiência do equipamento, o cumprimento dos pré-requisitos, que só se aplicam ao nível A.

São dois os pré-requisitos para nível A do sistema de condicionamento de ar que devem ser averiguados, o primeiro trata do isolamento térmico adequado para a tubulação de fluidos, o segundo se refere ao condicionamento de ar por aquecimento artificial.

Para determinação da eficiência do sistema de condicionamento de ar, é necessário que o edifício avaliado possua sistema de condicionamento de ar com eficiência conhecida. Segundo o manual^{Erro! Indicador não definido.} para aplicação do TQ-C, as edificações onde é necessário adotar um sistema de aquecimento artificial devem atender aos indicadores mínimos de eficiência energética e a avaliação será realizada para cada equipamento.

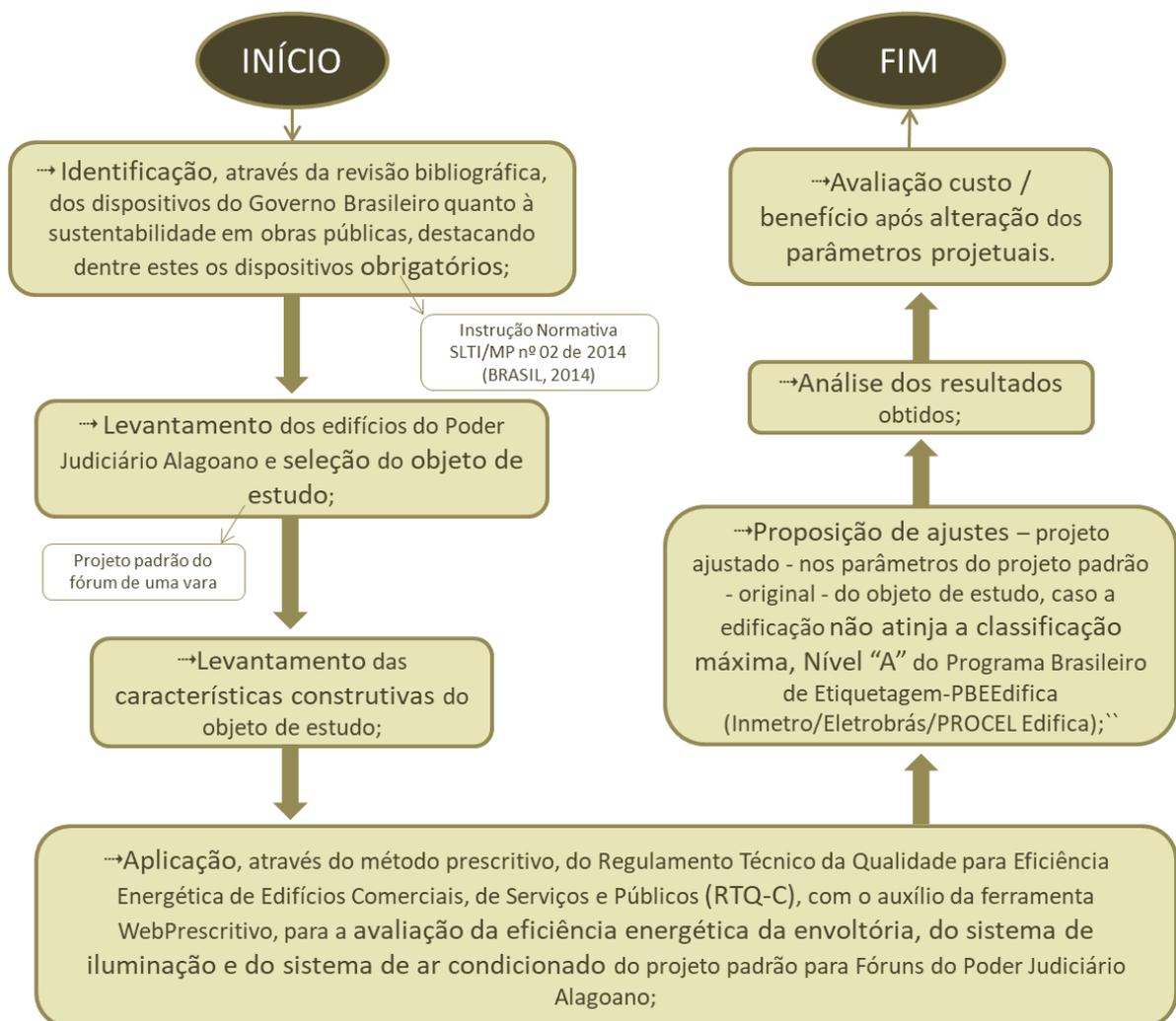
No caso do uso de condicionadores de ar tipo Split ou janela, os equipamentos precisam ter sua eficiência avaliada pelo PBE/INMETRO e de acordo com as normas brasileiras e/ou internacionais de condicionadores de ar.

Os equipamentos não regulamentados compreendem os condicionadores de ar (split e janela) não etiquetados pelo PBE/INMETRO e sistema de condicionamento central. A classificação neste caso é definida por limites de parâmetros de eficiência fornecidos pelas Tabelas do RTQ-C, tendo o equipamento que atender à exigência mínima para o nível pretendido.

Enfim, após coletados os dados referentes à edificação que se pretende avaliar, é possível obter através da aplicação do Regulamento pelo método prescritivo, tanto classificações parciais – envoltória, sistema de iluminação e de condicionamento de ar - como o nível geral de classificação da edificação, que pode ser utilizada para avaliação da edificação tanto na fase de projeto, quanto posteriormente na etapa da edificação construída.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para elaboração desta dissertação foi desenvolvida a partir dos procedimentos listados a seguir:



3.1 Dispositivos obrigatórios do Governo Brasileiro visando maior Sustentabilidade em obras públicas

Um dos objetivos desta pesquisa foi identificar na legislação Brasileira a obrigatoriedade de dispositivos voltados à sustentabilidade em obras públicas. Identificou-se ao longo da revisão bibliográfica alterações na Lei 8.666, que institui as normas para licitações e contratos da Administração Pública (BRASIL, 1993), que

trouxeram o termo “promoção do desenvolvimento nacional sustentável” ao escopo da referida lei, legitimando a prática do uso de critérios de sustentabilidade nas contratações públicas.

Entretanto, a única medida de caráter obrigatório vem a ser a Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 da então Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (BRASIL, 2014), que tornou compulsórias as Licitações Sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de edificações federais, novas ou *retrofits*, na classificação máxima, Nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBEEdifica (Inmetro/Eletróbrás/PROCEL Edifica).

3.2 Seleção do Objeto de Estudo

3.2.1 Os Edifícios do Poder Judiciário Alagoano

O Poder Judiciário Alagoano conta em sua estrutura com comarcas de primeira e segunda entrância, além de comarcas de terceira entrância ou entrância especial.

De acordo com o CNJ – Conselho Nacional de Justiça, comarca de primeira entrância é aquela de menor porte, e que tem apenas uma vara instalada. Já a comarca de segunda entrância possui de duas a quatro varas, enquanto a comarca de entrância especial seria aquela que possui cinco ou mais varas, incluindo os juizados especiais, e que atendem a uma população igual ou superior a 130 mil habitantes.

A comarca corresponde ao território em que o juiz de primeiro grau irá exercer sua jurisdição e pode abranger um ou mais municípios, dependendo do número de habitantes e de eleitores, do movimento forense e da extensão territorial dos municípios do estado, entre outros aspectos. Cada comarca, portanto, pode contar com vários juízes ou apenas um, que terá, no caso, todas as competências destinadas ao órgão de primeiro grau (CNJ, 2016).

Os Fóruns do Poder Judiciário são os espaços físicos que abrigam os órgãos do Poder Judiciário. Nas comarcas de primeira entrância, os fóruns abrigam uma única vara judiciária, que é o local ou repartição que corresponde à lotação de um juiz, e é aonde o magistrado efetua suas atividades, nessas comarcas, esta única vara recebe todos os assuntos relativos à Justiça (CNJ, 2016).

Entre os diversos edifícios do Poder Judiciário Alagoano, os fóruns de vara única são os mais numerosos e estão presentes em diversos municípios alagoanos, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Relação das comarcas e número de varas da Justiça Estadual em Alagoas.

COMARCAS DO PODER JUDICIÁRIO ALAGOANO: RELAÇÃO E NÚMERO DE VARAS E JURISDIÇÃO		
COMARCAS	Nº DE VARAS	JURISDIÇÃO
Maceió	46	Maceió
Arapiraca	10	Arapiraca e Craíbas
Penedo	04	Penedo
Delmiro Gouveia	02	Delmiro Gouveia
Coruripe	02	Coruripe
Palmeira dos Índios	04	Palmeira dos Índios e Estrela de Alagoas
Marechal Deodoro	02	Marechal Deodoro
Porto Calvo	02	Porto Calvo, Campestre e Jacuípe
Rio Largo	03	Rio Largo
Santana do Ipanema	03	Santana do Ipanema e Olivença
União dos Palmares	03	União dos Palmares e Santana do Mundaú
São Miguel dos Campos	04	São Miguel dos Campos, Jequiá da Praia, Barra de São Miguel e Roteiro
Total	85	
Atalaia	01	Atalaia
Capela	01	Capela
Maragogi	01	Maragogi e Japaratinga
Murici	01	Murici e Branquinha
Pão de Açúcar	01	Pão de Açúcar e Palestina
Pilar	01	Pilar
São José da Laje	01	São José da Laje e Ibateguara
São Luís do Quitunde	01	São Luís do Quitunde
Viçosa	01	Viçosa, Mar Vermelho e Chã Preta
Água Branca	01	Água Branca e Pariconha
Anadia	01	Anadia e Tanque D'arca
Batalha	01	Batalha, Belo Monte e Jacaré dos Homens
Boca da Mata	01	Boca da Mata
Cacimbinhas	01	Cacimbinhas, Minador do Negrão e Dois Riachos

Cajueiro	01	Cajueiro
Campo Alegre	01	Campo Alegre
Canapi	01	Canapi
Colônia Leopoldina	01	Colônia Leopoldina
Feira Grande	01	Feira Grande e Lagoa da Canoa
Flexeiras	01	Flexeiras
Girau do Ponciano	01	Girau do Ponciano e Campo Grande
Igaci	01	Igaci
Igreja Nova	01	Igreja Nova
Joaquim Gomes	01	Joaquim Gomes
Junqueiro	01	Junqueiro
Limoeiro de Anadia	01	Limoeiro de Anadia
Major Isidoro	01	Major Isidoro e Jaramataia
Maravilha	01	Maravilha, Poço das Trincheiras e Ouro Branco
Maribondo	01	Maribondo e Pindoba
Mata Grande	01	Mata Grande e Inhapi
Matriz de Camaragibe	01	Matriz de Camaragibe
Messias	01	Messias
Novo Lino	01	Novo Lino e Jundiá
Olho d'Água das Flores	01	Olho d'Água das Flores e Monteirópolis
Paripueira	01	Paripueira e Barra de Santo Antônio
Passo de Camaragibe	01	Passo de Camaragibe
Paulo Jacinto	01	Paulo Jacinto
Piaçabuçu	01	Piaçabuçu e FelizDeserto
Piranhas	01	Piranhas e Olho D'água do Casado
Porto de Pedras	01	Porto de Pedras e São Miguel dos Milagres
Porto Real do Colégio	01	Porto Real do Colégio
Quebrangulo	01	Quebrangulo
São Brás	01	São Brás e Olho D'água Grande
São José da Tapera	01	São José da Tapera, Carneiros e Senador Rui Palmeira
São Sebastião	01	São Sebastião
Santa Luzia do Norte	01	Santa Luzia do Norte, Satuba e Coqueiro Seco
Taquarana	01	Taquarana, Belém e Coité do Nóia
TeotônioVilela	01	TeotônioVilela
Traipu	01	Traipu
Total	49	

Fonte: SETJ/AL em outubro de 2010. Cedido e atualizado por DCEA/TJ- AL, em março de 2017, Adaptada pela autora.

O Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas possui 134 varas judiciárias, das quais 84 estão alojadas em doze prédios, as 49 restantes são varas únicas

espalhadas em cidades do interior do Estado e ocupam, portanto 49 fóruns que atendem a 81 municípios alagoanos (DCEA/TJ- AL, 2017).

Os Edifícios onde estão instalados os fóruns de uma vara do Poder Judiciário Alagoano tem tipologia diversa. Alguns estão em edifícios alugados ou cedidos pelas prefeituras, que não foram projetados para esse fim, e muitos estão em situação precária e necessitando constantemente de investimentos em manutenção. Mesmo entres os prédios de propriedade do Poder Judiciário, muitos passam por constantes manutenções e alguns não atendem, fisicamente, as necessidades dos usuários e dificultam a prestação do serviço jurisdicional (DCEA/TJ- AL, 2017).

Em 14 de Junho de 2017, o Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas instituiu através da resolução TJAL nº06, seu plano de obras, que deverá ser atualizado a cada cinco anos, e tem como base um levantamento de necessidades, orientado pelas diretrizes do Conselho Nacional de Justiça – CNJ (DCEA/TJ- AL, 2017).

Consta, no referido plano, a ordem de prioridade para os novos projetos de ampliação, reforma e construção das edificações do Poder Judiciário. Este sistema de priorização de realização das obras define o grau de primazia de cada uma das edificações do Poder Judiciário de Alagoas, e está fundamentado nas pontuações aferidas em dois conjuntos de avaliações, o primeiro considera a estrutura física do imóvel ocupado, e o segundo, leva em conta o atendimento às necessidades da atividade jurisdicional. Fazem parte deste rol de obras prioritárias 55 fóruns em municípios Alagoanos, dos quais 43 são Fóruns de vara única.

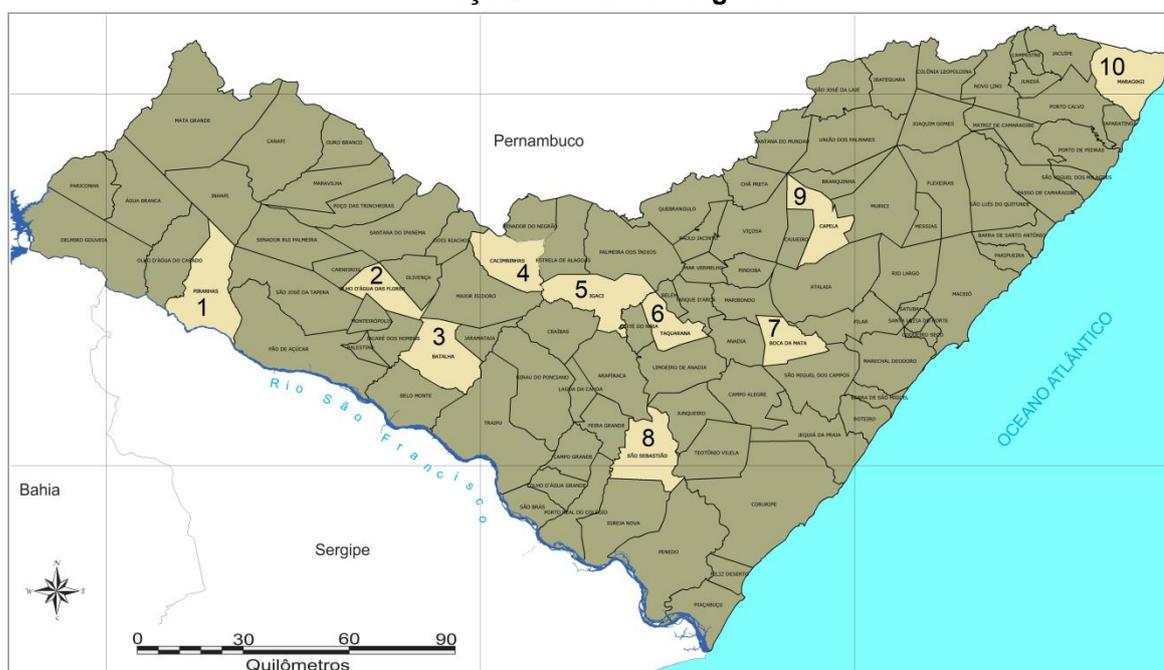
3.2.2 O Objeto de Estudo

O Conselho Nacional de Justiça (CNJ) publicou em 20 de abril de 2010, a resolução nº 114, que trata do planejamento, execução e o monitoramento de obras do Poder Judiciário, e tem entre os seus objetivos a referência das áreas a serem utilizadas quando da elaboração de novos projetos de reforma ou construção de imóveis no Poder Judiciário e a uniformização dos editais para contratação das obras e serviços de engenharia no âmbito do Poder Judiciário (CNJ, 2010).

Em 28 de Janeiro de 2011 foi inaugurado em Alagoas o Fórum da Comarca do município de Igaci⁶ que seguiu as diretrizes da resolução do CNJ. O referido projeto foi o primeiro a ser executado seguindo um projeto padrão desenvolvido pelo Departamento Central de Engenharia e Arquitetura, para os novos Fóruns de única vara, construídos a partir de então.

No Estado de Alagoas conta-se atualmente com dez fóruns deste modelo em funcionamento nos municípios de Piranhas (1), Olho D'água das Flores (2), Batalha (3), Cacimbinhas (4), Igaci (5), Taquarana (6), Boca da Mata (7), São Sebastião (8), Capela (9) e Maragogi (10) (Figura 11).

Figura 11: Municípios onde foi implantado o projeto padrão dos fóruns de única vara da Justiça Estadual em Alagoas.



Fonte: Governo de Alagoas. Adaptado pela autora.

Fazem parte deste rol de obras prioritárias 55 fóruns em municípios Alagoanos, dos quais 43 são Fóruns de vara única, e potenciais candidatos a receber a construção de um novo fórum, conforme o modelo já desenvolvido e padronizado pelo Poder Judiciário Alagoano.

⁶ Igaci - município brasileiro localizado na região do Agreste do Estado de Alagoas, a uma distância de 145 km da capital Maceió, faz parte do Semiárido nordestino e tem uma população de 25.140 habitantes (Informação disponível em <http://www.igaci.al.gov.br/informacoesGeograficas>).

Assim, foi adotado como objeto de estudo para o presente trabalho o projeto padrão de fórum de única vara, pelas seguintes razões:

- O potencial número de Comarcas de primeira entrância que podem vir a ser contempladas com a construção de um novo fórum;
- Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2014), que torna obrigatório o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit* que possuem área acima de quinhentos metros quadrados;
- A área de construção acima de quinhentos metros quadrados que atende a Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2014);
- A Resolução nº 114 (CNJ, 2010) do Conselho Nacional de Justiça, que não faz distinção entre edifícios das justiças estaduais e federais;

3.2.2.1 O Projeto do objeto de estudo.

O Modelo de Fórum de única vara desenvolvido pelo Tribunal de Justiça de Alagoas, para fóruns de única vara apenas para este Estado, possui espaços de atendimento ao Jurisdicionado (todo aquele cidadão que recorre ao serviço da Justiça), áreas de trabalho dos servidores (atividades jurisdicionais), ambientes de apoio técnico e salas destinadas às entidades ligadas ao serviço judiciário, ao todo o edifício possui área de 594,07 m² (Figuras 12, 13 e 14).

Figura 12: Planta baixa do projeto padrão para Fórum de Vara única.



Relação dos Ambientes		
01 - Hall de Entrada	10 - Central Técnica	19 - Assessoria do Juiz
02 - Espera	11 - Pergolado	20 - Gabinete do Juiz
03 - Hall do Salão de Júri	12 - Tribunal de Júri	21 - Sala de Audiência
04 - WC Público Feminino	13 - Secretaria	22 - Circulação / Servidores
05 - WC Público Masculino	14 - Circulação / Público autorizado	23 - Sala dos oficiais de Justiça
06 - Recepção	15 - Banheiros	24 - Cela
07 - OAB	16 - Arquivo	25 - Salas de Reconhecimento
08 - Defensoria Pública	17 - Copa	26 - Circulação / Seguranças
09 - Promotoria	18 - Área de Serviço	27 - Depósito

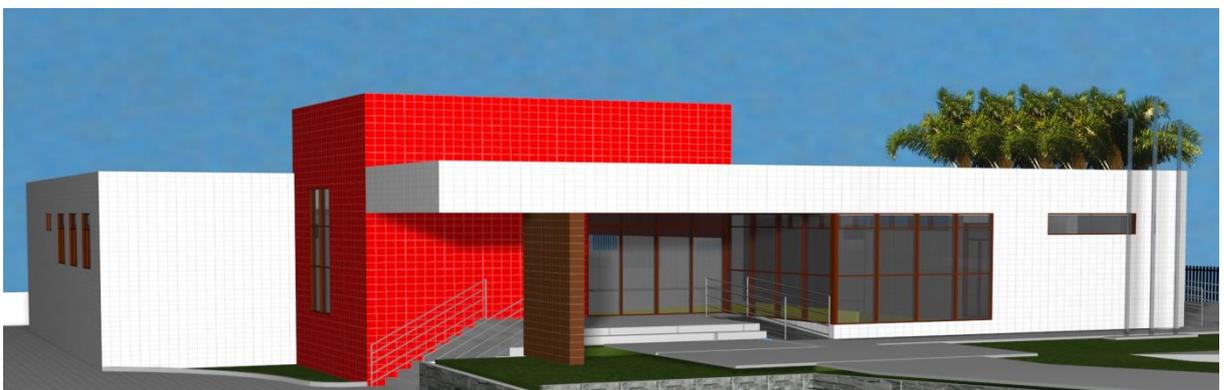
Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora.

Figura 13: Volumetria do projeto padrão para Fórum de Vara única.



Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora

Figura 14: Volumetria do projeto padrão para Fórum de Vara única.



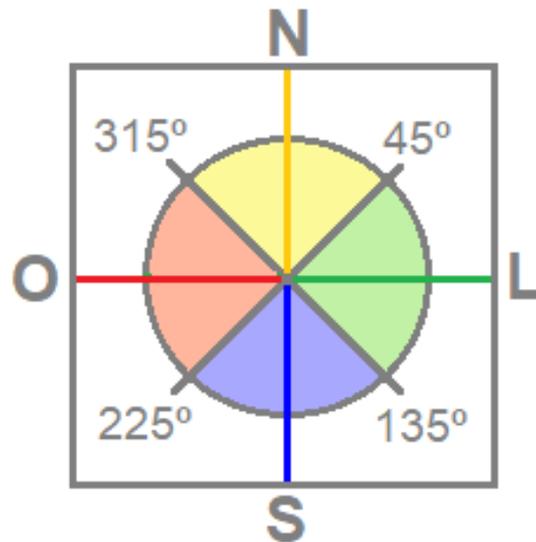
Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora

De acordo com o Departamento Central de Engenharia e Arquitetura do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas, DCEA – TJ/AL, a cada nova replicação, o projeto padrão é adaptado às condições específicas do novo terreno, sua topografia, orientação solar e as vias de acesso ao mesmo, sendo promovidas adaptações quando necessário. Para avaliação no presente trabalho, são adotadas quatro possibilidades de implantação com relação à fachada principal.

3.2.2.2 A Implantação do Objeto de Estudo

A orientação das fachadas influencia na eficiência da edificação. Por este motivo é necessário definir a orientação de cada fachada adequadamente, através da implantação do edifício (ELETROBRÁS / PROCEL, 2016). No RTQ-C as orientações são simplificadas em apenas quatro quadrantes, como demonstrado na figura 15.

Figura 15: Quadrantes para definição da orientação da fachada.

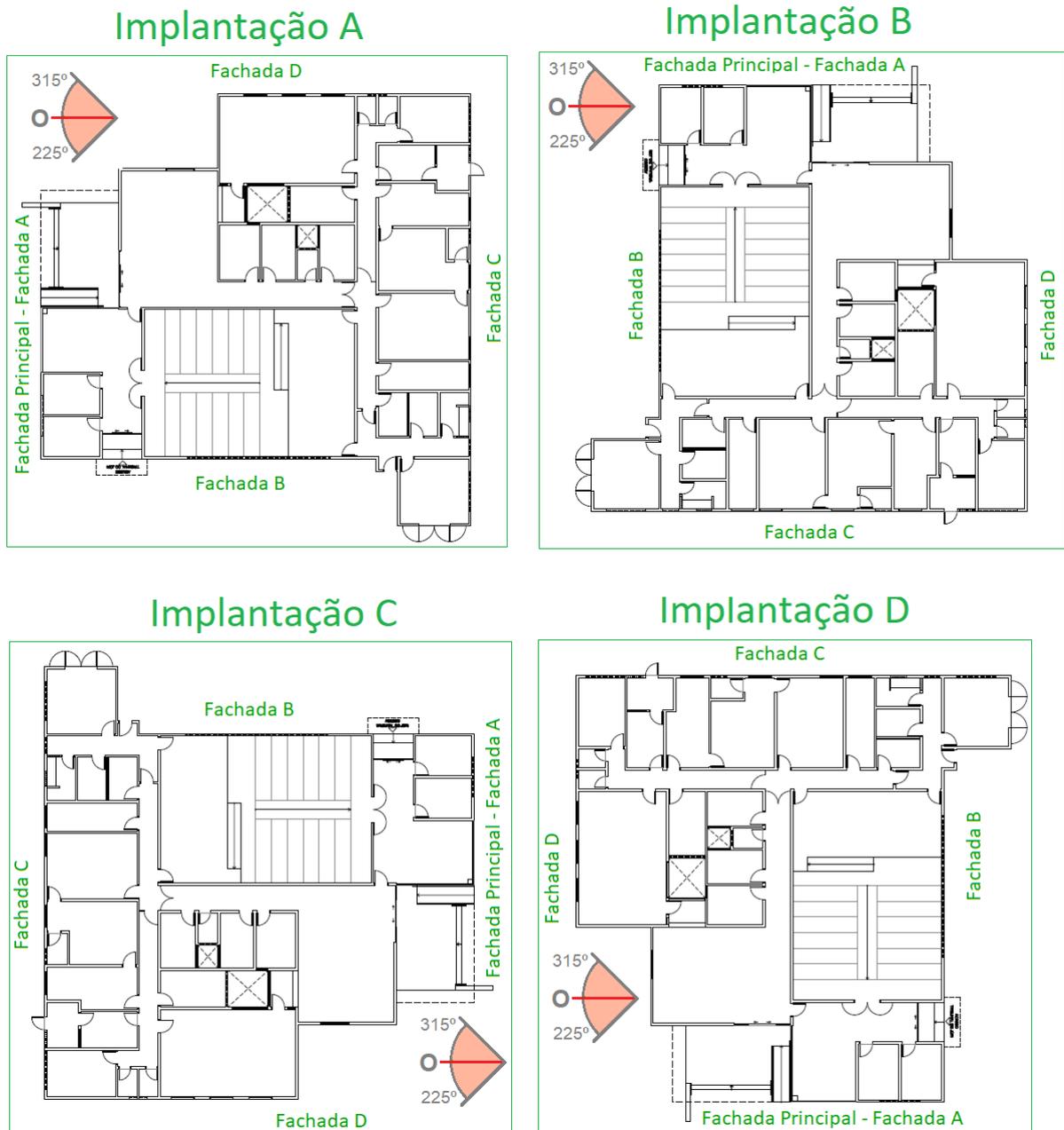


Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

Para realização desta pesquisa, foram adotadas quatro possibilidades de implantação do objeto de estudo, variando a orientação solar em relação à fachada principal (Figura 16):

- Implantação A – Fachada principal, ou fachada A, orientada para o quadrante oeste;
- Implantação B – Fachada B, orientada para o quadrante oeste;
- Implantação C – Fachada C, orientada para o quadrante oeste;
- Implantação D – Fachada D, orientada para o quadrante oeste;

Figura 16: Implantação do objeto de estudo variando em relação à orientação solar.



Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora.

3.3 Análise da Eficiência Energética do Objeto de Estudo

Segundo Carlo (2008), o consumo de energia é função de variáveis que utilizam diretamente a energia, como os sistemas de iluminação artificial, de equipamentos e de condicionamento de ar, além dos fatores que interferem nestes sistemas, como partes do envoltório da edificação e o uso de tais sistemas consumidores de energia. Nesta pesquisa, a análise da eficiência energética do

modelo será realizada através do método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C).

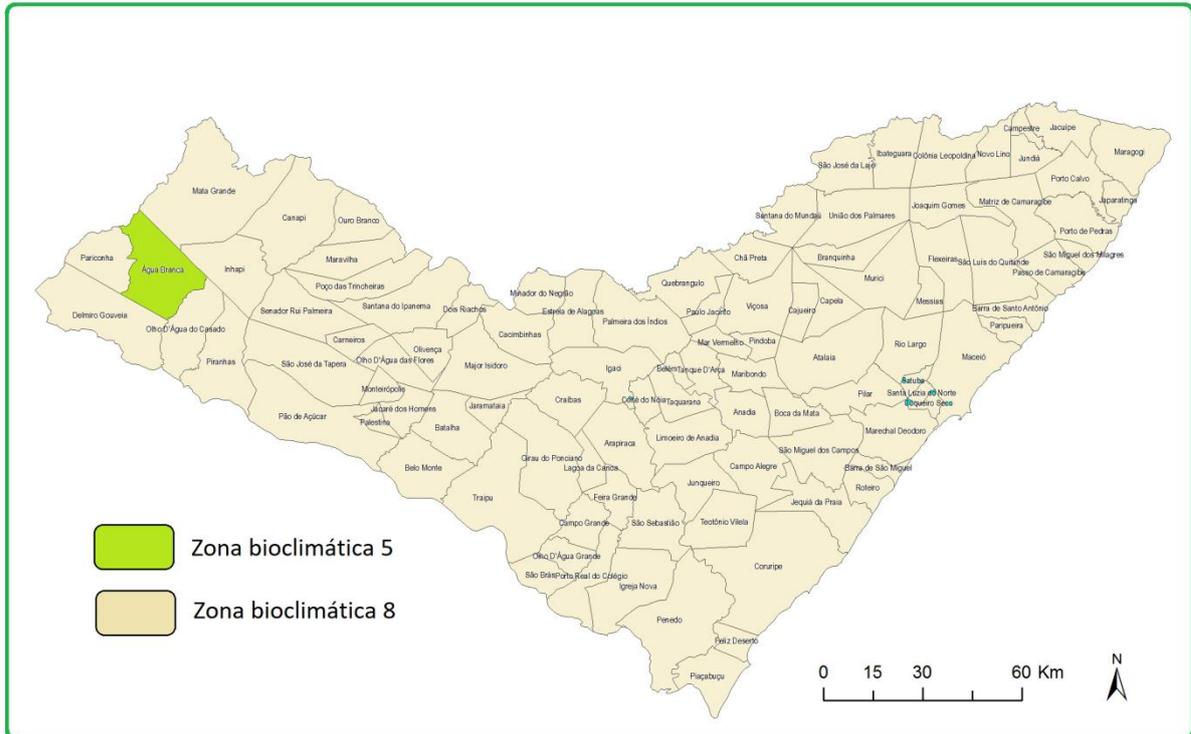
A avaliação da eficiência energética do objeto de estudo, foi realizada com o auxílio do webprescritivo, que é um serviço web de avaliação da ENCE pelo método prescritivo para edifícios comerciais, públicos e de serviços.

Os cálculos realizados no RTQ-C, levam em conta a zona bioclimática onde o edifício será localizado. No Brasil existem oito zonas bioclimáticas, assim determinadas de acordo com os dados climáticos das regiões. O Estado de Alagoas em quase sua totalidade se insere na zona bioclimática 8. Segundo informações do DCEA – TJ/AL, na cidade de Água Branca, única do Estado pertencente à zona bioclimática 5, o fórum está atualmente instalado em edifício de propriedade do Poder Judiciário Alagoano, reformado em 2010, e atende às necessidades de funcionamento e ao dimensionamento dos ambientes.

Embora não tenha sido possível obter dados referentes a eficiência energética, a edificação tem área inferior a 500 m², o que, de acordo com o art. 8º da Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2014), são dispensadas da obtenção da ENCE, as edificações com até 500m² (quinhentos metros quadrados). Assim, neste estudo será considerada apenas a zona bioclimática 8, a qual pertencem todos os demais municípios do Estado (Figura 17 e 18).

Vale ressaltar que o projeto padrão em questão é utilizado apenas dentro do Estado de Alagoas.

Figura 17: Zonas bioclimáticas do Estado de Alagoas.



Fonte: Base cartográfica do IBGE. Adaptada pela autora.

Figura 18: Fórum da Comarca de Água Branca.



Fonte: foto de Caio Loureiro, disponível em: <<http://www.tjal.jus.br>>. Acesso em 2017.

No presente trabalho, a eficiência energética do objeto de estudo é avaliada para os três sistemas: Envoltória, iluminação e condicionamento de ar, conforme a Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 da então Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, que preconiza a obrigatoriedade da obtenção da ENCE Geral de Projeto

classe "A", e a construção da nova edificação de forma a garantir a obtenção da ENCE Geral da Edificação Construída classe "A" (BRASIL, 2014).

Aqui, o projeto padrão do fórum de vara única do TJ/AL será tratado como **projeto original**, e sempre que for necessário realizar qualquer alteração no projeto padrão original, este passará a ser denominado como **projeto ajustado**.

3.3.2 Eficiência Energética da Envoltória do Objeto de Estudo

Para o cálculo da eficiência energética, foram apuradas as variáveis para o modelo - transmitância térmica das coberturas da edificação dos ambientes condicionados e não condicionados, transmitância térmica das paredes da edificação, absorvância solar das paredes, absorvância Solar da Cobertura, percentual de área de abertura zenital na cobertura, fator solar e capacidade térmica das paredes - e posteriormente, esses dados foram inseridos na planilha disponibilizada na página do Webprescritivo (Figura19).

Figura 19: Entrada dos dados referentes à envoltória.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade

Pré-requisitos

U_{COB-AC} W/(m²K) α_{COB} %

U_{COB-ANC} W/(m²K) CT_{PAR} kJ/(m²K)

U_{PAR} W/(m²K) α_{PAR} %

PAZ % FS

Dados Dimensionais da Edificação

A_{TOT} m²

A_{PCOB} m²

A_{PE} m²

V_{TOT} m³

A_{ENV} m²

Características das Aberturas

FS

PAF_T %

PAF_O %

AVS °

AHS °

Calcular Eficiência Limpar

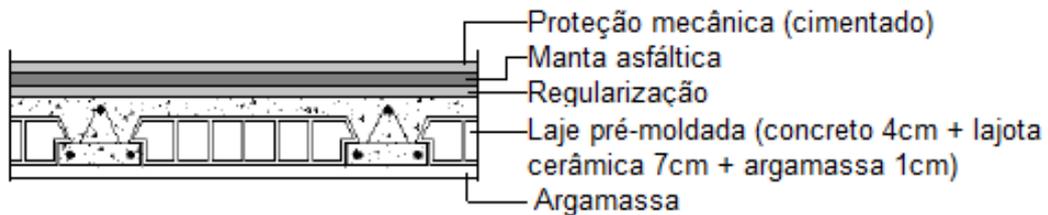
Fonte: Eletrobrás/ PROCEL (2017). Adaptado pela autora.

3.3.2.1 Pré-requisitos da Envoltória do Objeto de Estudo

- **UCOB** - Transmitância Térmica das Coberturas da edificação ($W/(m^2K)$)

O projeto original para Fórum de vara única possui um sistema de cobertura em toda a área da edificação – condicionada e não condicionada – composto por uma laje pré-moldada, revestida na face inferior com argamassa e na face superior uma camada de cimento para regularização, seguido por manta asfáltica e cimentado para proteção mecânica, conforme o esquema apresentado na figura 20.

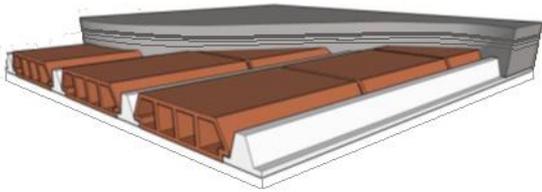
Figura 20: Corte esquemático da laje de coberta do objeto de estudo – projeto padrão original.



Fonte: A autora.

As propriedades térmicas (Tabela 6) de cada camada da laje de cobertura da laje de cobertura podem ser visualizadas a seguir:

Tabela 6: Propriedades térmicas da cobertura do objeto de estudo – projeto original.

	Espessura (m)	Resistência ($m^2.K/W$)	CT Capacidade Térmica ($KJ/(m^2.K)$)
Fonte: Inmetro, 2013. Adaptado pelo autor.			
Proteção mecânica (cimentado)	0,025	0,02	50
Manta asfáltica	0,004	0,02	5,84
Regularização (cimento)	0,015	0,01	30
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)	0,12	0,13	167
Argamassa	0,025	0,02	50
Resistência total ($(m^2.K)/W$)		0,42	
Ucob ($W/(m^2.K)$)		2,38	
CT cob ($KJ/(m^2.K)$)			302,84

Fonte: Inmetro, 2013.

De acordo com essas especificações, foi calculada transmitância da cobertura (U_{COB}), que é igual para áreas condicionadas e não condicionadas:

$$U_{COB - AC} = U_{COB - ANC} = 2,38(W/(m^2.K))$$

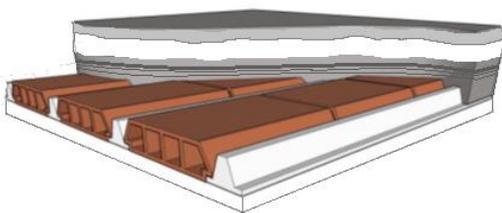
Para o projeto ajustado, foi proposto o acréscimo de uma camada de poliestireno expandido⁷, de cinco centímetros de espessura, e a substituição da argamassa por uma aplicação de gesso projetado (Ver figura 21 e Tabela 07).

Figura 21: Corte esquemático da laje de coberta do objeto de estudo – projeto ajustado.



Fonte: O autor.

Tabela 7: Propriedades térmicas da cobertura do objeto de estudo – projeto ajustado.

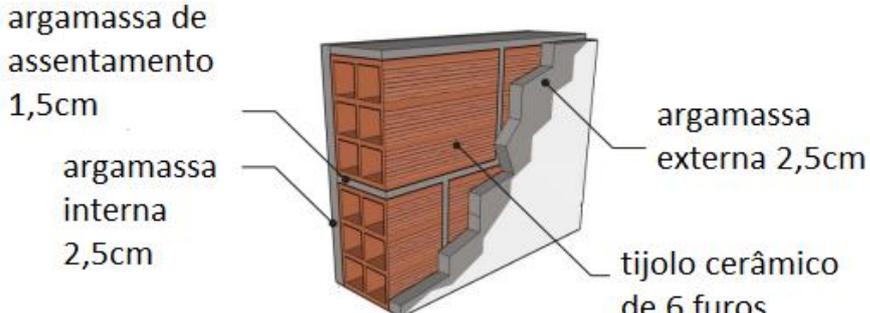
 Fonte: Inmetro, 2013. Adaptado pelo autor.	Espessura (m)	Resistência [m ² K/W]	CT
Proteção mecânica (cimentado)	0.025	0.02	50
Poliestireno Expandido - EPS	0.05	1.25	1.775
Manta asfáltica	0.004	0.02	5.84
Proteção mecânica (cimentado)	0.015	0.01	30
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)	0.12	0.13	167
Gesso projetado	0.03	0.06	30.24
Rtotal		1.71	
Ucob(W/(m².K))		0.59	
CTcob (kJ/(m².K))			284.855

Fonte: Inmetro, 2013.

⁷ EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido. Foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz. No Brasil é popularmente conhecido como Isopor ®, marca registrada da empresa Knauf. Fonte: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>.

- Transmitância e a Capacidade Térmica das paredes do objeto de estudo (U_{PAR} e CT_{PAR}) – Os índices obtidos para a para U_{PAR} e CT_{PAR} estão descritos na tabela abaixo, (Tabela 8).

Tabela 8: Propriedades térmicas da parede do objeto padrão.

Parede – Projeto Original	U_{PAR} (W/(m ² .K))	CT_{PAR} (KJ/(m ² .K))
 <p>argamassa de assentamento 1,5cm argamassa interna 2,5cm argamassa externa 2,5cm tijolo cerâmico de 6 furos</p>	2,46	150

Fonte: Inmetro, 2013. Adaptado pela autora.

- Absortância Solar da envoltória do objeto de estudo ($\alpha_{PAR}\alpha_{COB}$) – Os valores referentes a absortância solar das paredes e cobertura foram obtidos a partir de dados da dados da NBR 15220/2003, conforme a tabela a seguir (Tabela 9).

Tabela 9: Absortância solar das paredes e cobertura do objeto padrão.

α_{PAR} Branca	α_{PAR} Vermelha	α_{COB} Concreto
0,20	0,74	0,70
α_{PAR}^8		
0,33		

Fonte: Inmetro, 2013. Adaptado pela autora.

- Percentual de Abertura Zenital e Fator Solar (**PAZ** e **FS**)

O Percentual de abertura zenital é a relação entre a área de abertura zenital e a área total da coberta e refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com

⁸ Média obtida levando em conta o percentual de áreas brancas e vermelhas das fachadas externas.

inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal. Já o Fator Solar é um índice que exprime a razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura ou ainda a fração de ganho térmico devido à radiação solar que a abertura transmite para o interior da edificação (INMETRO, 2010).

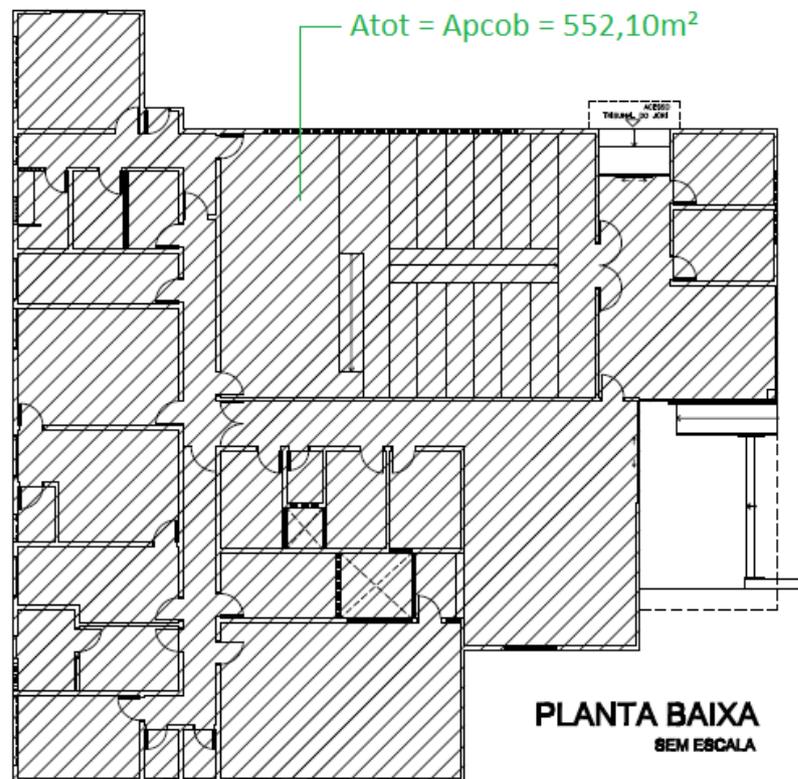
O percentual de abertura zenital e o fator solar estão vinculados entre si. Quanto maior o Percentual de abertura zenital (PAZ), menor deve ser o Fator Solar (FS), de forma que a abertura zenital possa garantir uma redução do consumo de energia com iluminação, sem resultar em um aumento da carga térmica através da radiação solar. Entretanto, o projeto original do objeto de estudo não possui uma abertura que se caracterize como abertura zenital.

3.3.2.2 Dados Dimensionais da Edificação e Características das Aberturas do objeto de estudo.

Os dados referentes aos parâmetros físicos da envoltória do objeto de estudo – áreas, volumes e aberturas – que fazem parte do cálculo da eficiência energética da envoltória, são apresentados a seguir.

- A_{TOT} e A_{PCOB} – A área total e área de projeção horizontal da cobertura, no objeto padrão, são idênticas, pois o edifício é térreo e no cálculo de ambas as áreas exclui-se a varanda, resultando em $A_{TOT} = A_{PCOB} = 552,10 \text{ m}^2$ (Figura 22).

Figura 22: Demonstração em planta baixa da área total da edificação.



Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora.

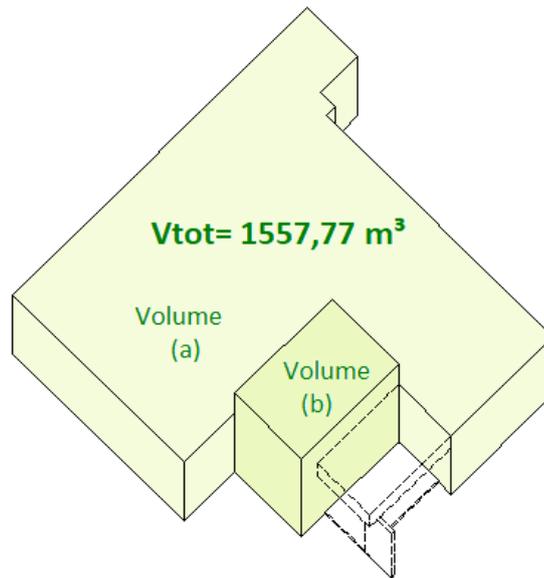
- A_{PE} — A área de projeção da edificação é igual à área de projeção da cobertura em edifícios de formato regular, como é o caso do objeto padrão. Portanto, $A_{PE} = 552,10 \text{ m}^2$.
- V_{TOT} — O volume total da edificação em estudo é produto de A_{TOT} x pé direito da edificação, levando em consideração que as áreas com diferentes alturas têm seus volumes calculados individualmente e somados (Tabela 10 e Figura 23).

Tabela 10: Cálculo do volume total da edificação.

	Quantidade em metros quadrados (m^2)	Altura em metros (m)	Vtot em metros cúbicos (m^3)
Área (a)	489,20	2,7	1320,84
Área (b)	55,10	4,3	236,93
Vtot (a+b)			1557,77

Fonte: A autora.

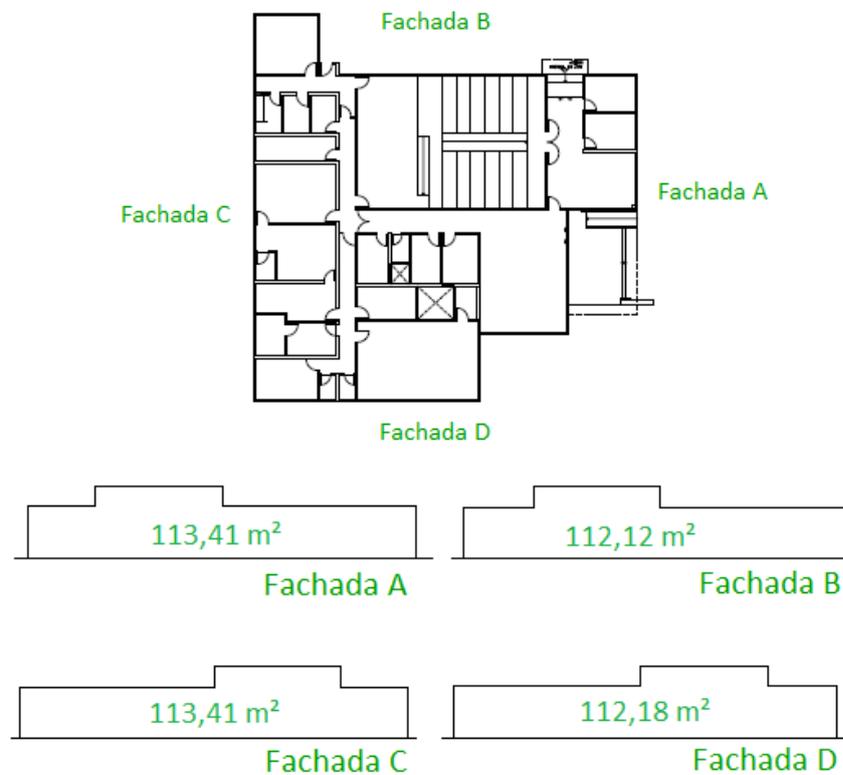
Figura 23: Volume total da edificação.



Fonte: DCEA - TJ/AL. Adaptada pela autora.

- $A_{ENV} = A_{PCOB} + \text{Áreas das fachadas (incluindo aberturas)} = 552,10 + 113,41 + 112,12 + 113,41 + 112,18 = 1.003,22 \text{ m}^2$ (ver figura 24).

Figura 24: Denominação e áreas das fachadas, incluindo aberturas.



Fonte: A autora.

- **FS**– O vidro especificado para as esquadrias do objeto de estudo é do tipo translúcido e incolor, monolítico de 4mm, com aplicação de película bronze, o fator solar resultante dessa combinação é **FS =0,27** (RORIZ E SANTOS, 2012).

- **PAF_T**= É a razão da soma das áreas de abertura envidraçada de todas as fachadas pela área total de fachada da edificação (Tabela 11).

$$PAF_T = \frac{\text{área total de abertura envidraçada}}{\text{área total de fachada da edificação}} = \frac{40,63}{451,12} = \mathbf{0,900}$$

- **PAF_O**= É a razão da soma das áreas de abertura envidraçada da fachada oeste pela área da fachada oeste.

$$PAF_O = \frac{\text{total de área de abertura envidraçada da fachada oeste}}{\text{total de área da fachada oeste}}$$

Para o cálculo do percentual de abertura da fachada oeste, são levadas em conta as quatro possibilidades de implantação do objeto de estudo, variando a orientação solar em relação à fachada principal, para serem utilizadas nas quatro simulações (Tabela 11).

Tabela 11: Cálculo do PAFT e PAFO.

FACHADA	ÁREA ENVIDRAÇADA (m2)	ÁREA DA TOTAL FACHADA (m2)	PAFo (%)	PAFo + 20%	PAFt calculado	PAFt adotado*
FACHADA A	13,88	113,41	0,12	0,15	0,09	0,12
FACHADA B	7,34	112,12	0,07	0,08		0,09
FACHADA C	7,18	113,41	0,06	0,08		0,09
FACHADA D	12,23	112,18	0,11	0,13		0,11
TOTAL	40,63	451,12	*Quando PAFo + 20% for maior que PAFt calculado, adota-se o valor do PAFo no lugar PAFt calculado.			

Fonte: A autora.

- **AHS e AVS**– Ângulo horizontal de sombreamento e ângulo vertical de sombreamento. O objeto de estudo apresenta apenas uma situação que precisa ser considerada para estes dois itens. Para a única abertura sombreada da edificação, é

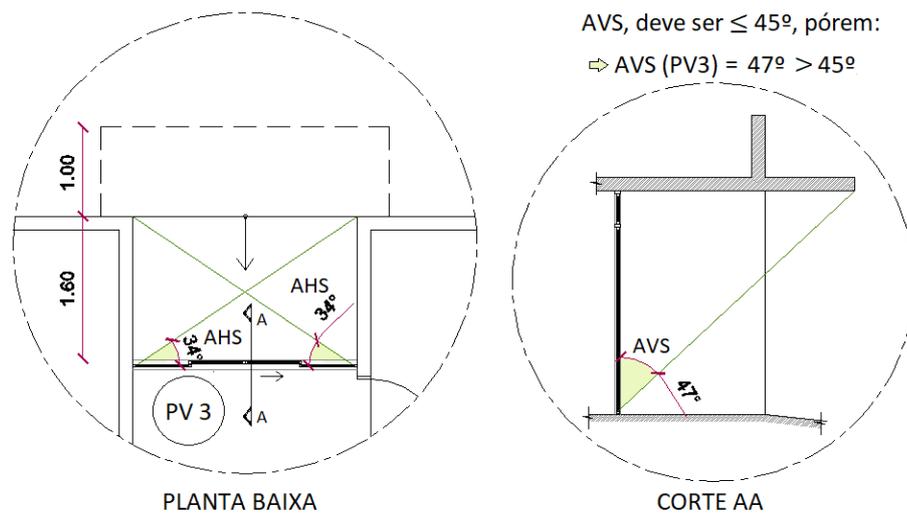
possível apenas calcular o AHS, visto que segundo o manual para aplicação do RTQ-C, versão 4 de 2016 (ELETROBRÁS/PROCEL, 2016), não se usam para esse Índice ângulos superiores a 45° (Tabela 12 e Figura 25).

Tabela 12: Cálculo do AHS.

	ÂNGULO	ÁREA ENVIDRAÇADA SOMBREADA (m ²)	ÁREA ENVIDRAÇADA TOTAL (m ²)	AHS (%)	AHS TOTAL (%)
FACHADA A	0,00	–	13,88	0,00	
FACHADA B	34,00	5,33	7,34	24,69	
FACHADA C	0,00	–	7,18	0,00	
FACHADA D	0,00	–	12,23	0,00	
TOTAL			40,63	24,69	

Fonte: A autora.

Figura 25: PV 3 - abertura sombreada da fachada B.



Fonte: A autora.

3.3.3 Obtenção de Dados para Cálculo da Eficiência Energética do Sistema de Iluminação do Objeto de Estudo

Para o nível A, pretendido neste estudo, devem ser cumpridos os pré-requisitos a seguir:

- ↪ Divisão dos Circuitos
- ↪ Contribuição da luz natural

↳ Desligamento automático do sistema de iluminação

O último pré-requisito determina que ambientes com áreas acima de 250 m² deverá possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação, e ele não se aplica ao objeto de estudo, pois o mesmo não possui ambientes que se enquadrem nesta categoria (Figura 26).

Foram obtidos os dados do projeto original do objeto de estudo e após o cálculo da eficiência energética do sistema de iluminação da proposta original, são apresentados os dados referentes ao projeto ajustado.

Figura 26: Pré-requisitos para simulação da eficiência energética do sistema de iluminação.

Iluminação

Por áreas do edifício Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos Atende Não atende

Contribuição da luz natural Atende Não atende Não se aplica

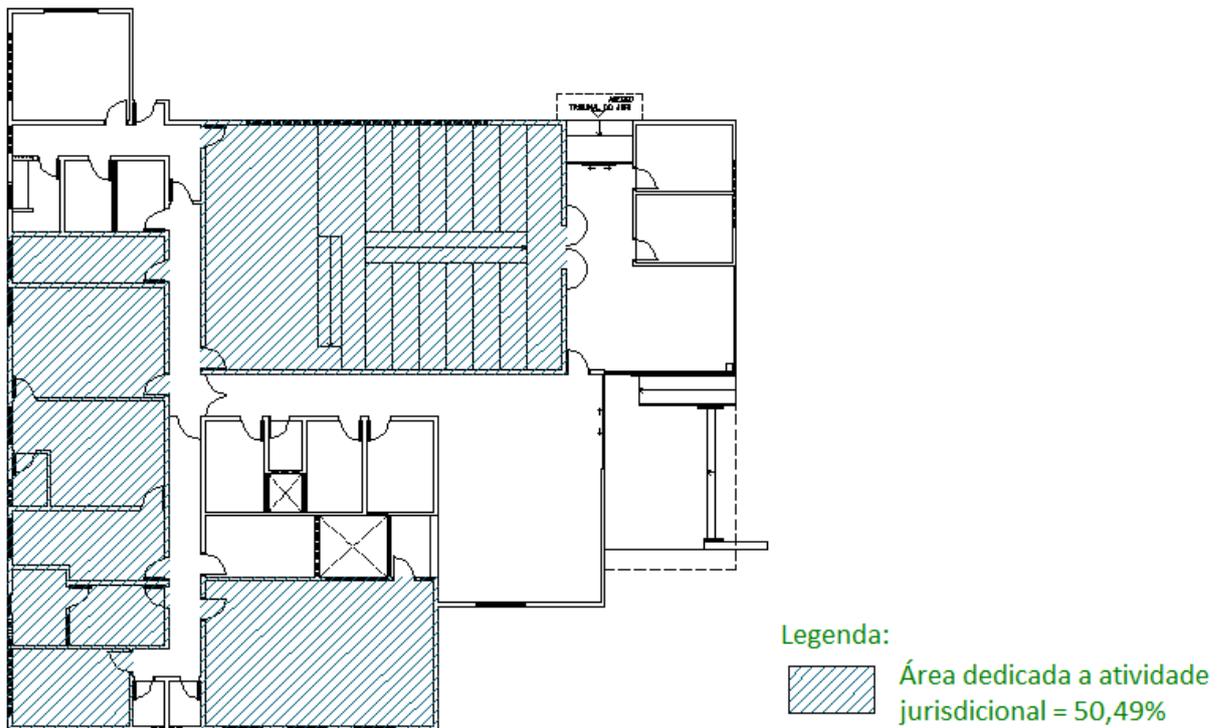
Desligamento automático Atende Não atende Não se aplica

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL (2017). Adaptado pela autora.

3.3.3.2 Procedimento de Determinação de Eficiência

O procedimento para determinação da eficiência do sistema de iluminação através do método prescritivo depende do número de atividades para as quais a edificação foi destinada. O método utilizado foi o **Método da Área do Edifício**, que avalia de forma conjunta todos os ambientes do edifício e atribui um único valor limite para a avaliação do sistema de iluminação (ELETROBRÁS/PROCEL, 2016).

Figura 27: Áreas dedicadas às atividades jurisdicionais.



Fonte: A autora.

As atividades realizadas na edificação devem ser identificadas na tabela 4.1 do manual para aplicação do RTQ-C, versão 4 de 2016 (ELETROBRÁS/PROCEL, 2016), onde, caso não esteja listada a atividade pesquisada, deve-se escolher uma atividade equivalente. O objeto de estudo desta pesquisa destina-se basicamente à atividade jurisdicional, e as demais áreas são destinadas ao apoio da atividade principal. Portanto os parâmetros utilizados são os da atividade Tribunal (Tabela 13), que ocupa uma área equivalente a 50,49% do total da edificação (Figura 27).

Tabela 13: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para a atividade Tribunal.

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m^2 (Nível A)
Tribunal	11,3

. Fonte: Eletrobrás / PROCEL, 2016. Adaptado pela autora.

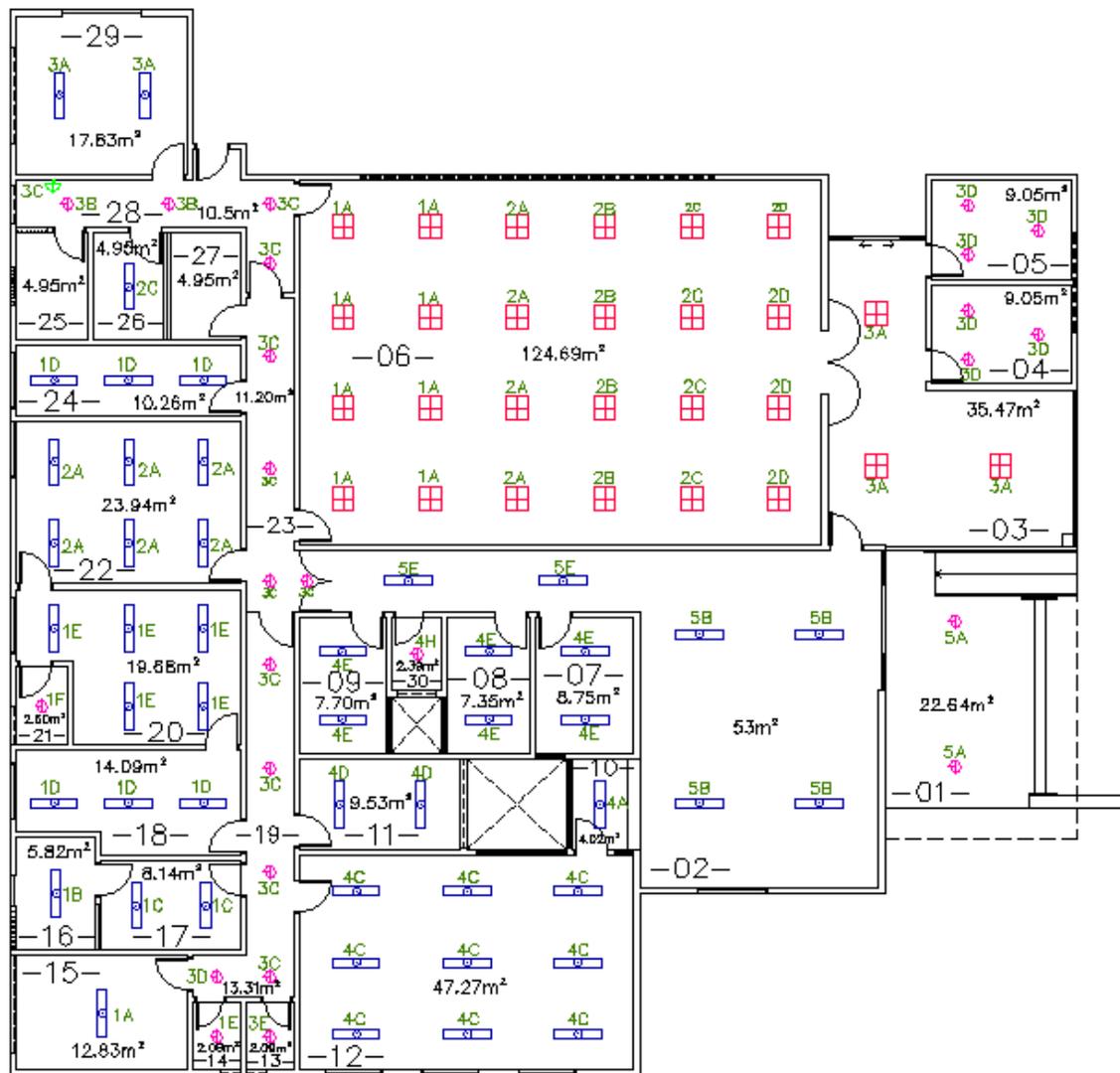
Os dados levantados para aplicação do RTQ-C são individualizados por ambiente, e foram inseridos na ferramenta Webprescritivo (disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>), foi necessário

informar sobre o cumprimento de cada um dos pré-requisitos: divisão de circuitos, contribuição da luz Natural e desligamento automático. Quanto ao projeto luminotécnico (Figura 28), os dados informados são relativos à área e potência do sistema de iluminação, obtidos a partir do projeto luminotécnico do projeto original fornecido pelo DCEA/TJ-AL. (Tabela 14).

Para o projeto ajustado, foram aproveitados os dados relativos à área e a potência do projeto original. Entretanto foi considerada uma alteração nos seguintes ambientes: espera, salão de júri, secretaria, assessoria, gabinete e sala de audiência.

Com vistas a atender ao pré-requisito de aproveitamento da iluminação natural, foi considerado no projeto ajustado, um interruptor a mais nestes ambientes, para acendimento exclusivo das linhas de luminárias que ficam localizadas próximas às aberturas.

Figura 28: Planta baixa esquemática do projeto luminotécnico.



LEGENDA:

	LUMINÁRIA DE SOBREPÓ PARA 2 LÂMPADAS LED TUBE DE 18W. IRC 85, TEMPERATURA DE COR 4000K.
	LUMINÁRIA CILÍNDRICA DE SOBREPÓ COM 1 LÂMPADA LED DE 9W. IRC 85 TEMPERATURA DE COR BRANCO NEUTRO 4000K,
	LUMINÁRIA DE SOBREPÓ PARA 4 LÂMPADAS LED TUBE DE 9W. IRC 85, TEMPERATURA DE COR 4000K.
	LUMINÁRIA NA PAREDE TIPO ARANDELA DE SOBREPÓ, FONTE DE LUZ LED 9W, IRC 85 TEMPERATURA DE COR 4000K.
-00-	IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE
4C	IDENTIFICAÇÃO DO CIRCUITO

Fonte: DCEA/TJ-AL. Adaptado pela autora.

Tabela 14: Dados para cálculo da eficiência do sistema de iluminação do objeto de estudo – projeto original.

Nome do ambiente	Identificação do ambiente	Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático	Potência (W)	Área(m ²)
Hall de entrada	1	atende	não se aplica	não se aplica	18	22,64
Espera	2	atende	não atende	não se aplica	216	53
Foyer	3	atende	não se aplica	não se aplica	108	35,47
Wc público fem.	4	atende	não se aplica	não se aplica	27	9,05
Wc público masc.	5	atende	não se aplica	não se aplica	27	9,05
Salão de Júri	6	atende	não atende	não se aplica	864	124,69
OAB	7	atende	não se aplica	não se aplica	72	8,15
Defensoria	8	atende	não se aplica	não se aplica	72	7,35
Promotoria	9	atende	não se aplica	não se aplica	72	7,7
Recepção	10	atende	não se aplica	não se aplica	36	4,02
Central telefônica	11	atende	não se aplica	não se aplica	72	9,35
Secretaria	12	atende	não atende	não se aplica	324	47,22
Wc fem.	13	atende	não se aplica	não se aplica	9	2,09
Wc masc.	14	atende	não se aplica	não se aplica	9	2,09
Arquivo	15	atende	não se aplica	não se aplica	36	12,83
Área de serv.	16	atende	não se aplica	não se aplica	36	5,82
Copa	17	atende	não se aplica	não se aplica	72	8,14
Assessoria	18	atende	não atende	não se aplica	108	14,09
Circulação	19	atende	não se aplica	não se aplica	45	13,31
Gabinete	20	atende	não atende	não se aplica	180	19,58
Wc	21	atende	não se aplica	não se aplica	9	2,5
Sala de audiência	22	atende	não atende	não se aplica	216	23,94
circulação	23	atende	não se aplica	não se aplica	36	11,2
Sala Oficiais	24	atende	não atende	não se aplica	108	10,26
Cela	25	atende	não se aplica	não se aplica	9	4,95
Reconhecimento 1	26	atende	não se aplica	não se aplica	18	4,95
Reconhecimento 2	27	atende	não se aplica	não se aplica	18	4,95
circulação	28	atende	não se aplica	não se aplica	36	10,5
Depósito	29	atende	não se aplica	não se aplica	72	17,83
Wc	30	atende	não se aplica	não se aplica	9	2,39
Total		atende	não atende	não se aplica	2.934	432,9

Fonte: A autora.

3.3.4 Cálculo da Eficiência Energética do Sistema de condicionamento de ar do objeto de estudo.

De acordo com a portaria nº 372 de 2010 do INMETRO (INMETRO, 2010), para classificação do sistema condicionamento de ar, fazem-se necessários, além de conhecer o nível de eficiência do equipamento, o cumprimento dos pré-requisitos, que só se aplicam ao nível A.

3.3.4.1. Pré-requisito Específico para Nível A

São dois os pré-requisitos para nível A do sistema de condicionamento de ar que devem ser averiguados, o primeiro trata do isolamento térmico adequado para a tubulação de fluidos, o segundo não se aplica ao objeto de estudo, pois se refere ao condicionamento de ar por aquecimento artificial (Tabela 15).

Tabela 15: Pré-requisitos para simulação da eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.

Pré-requisito	Possui	Não possui	Não se aplica
Isolamento térmico de tubulações	X	-	-
Condicionamento de ar por aquecimento artificial	-	-	X

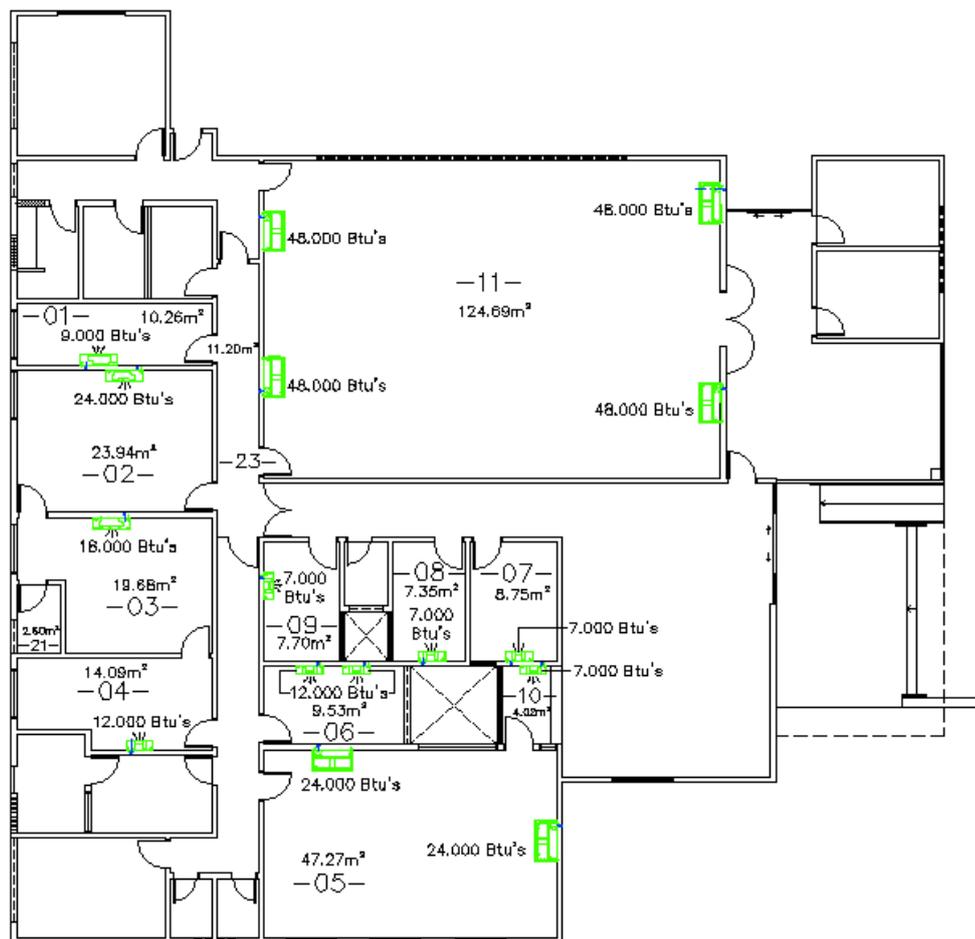
Fonte: A autora.

3.3.4.2 Procedimento de Determinação de Eficiência do sistema de ar condicionado do objeto de estudo.

Para determinação da eficiência do sistema de condicionamento de ar, é necessário que o edifício avaliado possua sistema de condicionamento de ar com eficiência conhecida. No caso do uso de condicionadores de ar tipo Split, o que ocorre com o objeto de estudo desta pesquisa, os equipamentos precisam ter sua eficiência avaliada pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO que disponibiliza em seu site (<http://www.inmetro.gov.br/>) a lista atualizada dos modelos de condicionadores de ar avaliados.

Para a cálculo da eficiência do sistema de condicionamento de ar foram coletados os dados do projeto de climatização fornecido pelo DCEA-TJ/AL (Figura 29), e também nas informações acerca dos equipamentos, obtidas a partir do registro de preços, em vigência, para aquisição de aparelhos condicionadores de ar, do Tribunal de Justiça de Alagoas (Tabela 16).

Figura 29: Planta baixa esquemática do projeto de climatização do objeto de estudo – projeto original.



Fonte: DCEA/TJ-AL. Adaptado pela autora.

Tabela 16: Especificação atual dos *splits* adquiridos pelo TJ-AL usados no projeto original.

EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO
Condicionador de ar <i>SPLIT</i> ; capacidade 9.000 BTU/h.	Hi-wall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,23 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar <i>SPLIT</i> ; capacidade 12.000 BTU/h.	wall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,23 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar <i>SPLIT</i> ; capacidade 18.000 BTU/h.	Hiwall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,23 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar <i>SPLIT</i> ; capacidade 24.000 BTU/h	Piso/teto; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 2,81 (W/W) .
Condicionador de ar <i>SPLIT</i> ; Capacidade 48.000 BTU/h	Piso/teto; Tensão nominal 380V trifásico; compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 2,81 (W/W) , com certificação do INMETRO

Fonte: Site do TJAL. Disponível em: <<http://www.tjal.jus.br/compras/documentos/NOVO%20EDITAL-PE025-A-2016.pdf>>. Acesso em: maio 2017. Adaptado pela autora.

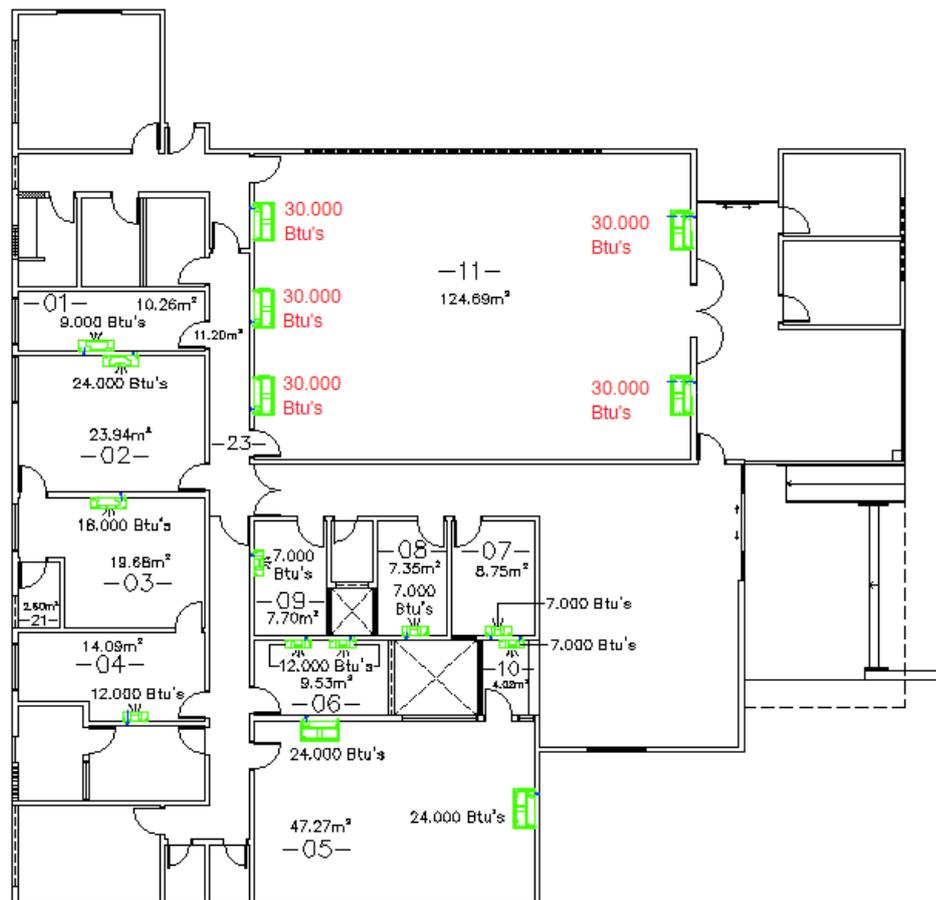
Em posse destas informações, pôde-se perceber uma discrepância entre o projeto e os equipamentos adquiridos pelo TJ-AL, quanto ao aparelho *Split* de 7.000 BTU, que não consta no registro de preços do órgão. Para cálculo da eficiência do sistema de condicionamento do objeto de estudo, adotou-se a especificação do equipamento com a capacidade mais próxima, o *Split* de 9.000 BTU, em substituição ao equipamento de 7.000 BTU.

Para o projeto ajustado, foram aproveitados os dados relativos à capacidade e a quantidade de equipamentos em cada ambiente do objeto de estudo no projeto original, exceto os equipamentos do salão de júri, onde foram especificados quatro aparelhos de 48.000 Btu's, entretanto a tabela de índices para condicionadores de ar *splits Hi-Wall* (Eletrobrás, 2017) não traz nenhum equipamento certificado que corresponda a essa especificação, estes foram então substituídos por cinco

aparelhos de 30.000 Btu's (figura 30), que somados, atendem a carga total de 133.900,20 Btu/h, especificada no projeto original de climatização.

Foi incluído o *Split* de 7.000 Btu's, que não consta atualmente no registro de preços vigente, e alteradas também as especificações dos demais equipamentos no tópico índice de eficiência energética (Tabela 17).

Figura 30: Planta baixa esquemática do projeto de climatização do objeto de estudo – projeto ajustado.



Fonte: DCEA/TJ-AL. Adaptado pela autora.

Tabela 17: Especificação dos *splits* – projeto ajustado.

EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO
Condicionador de ar SPLIT; capacidade 7.000 BTU/h.	Hi-wall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,24 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar SPLIT; capacidade 9.000 BTU/h.	Hi-wall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,24 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar SPLIT; capacidade 12.000 BTU/h.	Hi-wall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,24 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar SPLIT; capacidade 18.000 BTU/h.	Hiwall; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3,24 (W/W) , com certificação do INMETRO.
Condicionador de ar SPLIT; capacidade 24.000 BTU/h	Piso/teto; 220V, compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3.24 (W/W) .
Condicionador de ar SPLIT; Capacidade 30.000 BTU/h	Piso/teto; Tensão nominal 380V trifásico; compressor rotativo, cor do painel branca, controle remoto sem fio; tubulação da condensadora em cobre; gás ecológico R-410; índice de eficiência energética não inferior a 3.24 (W/W) , com certificação do INMETRO

Fonte: Site do TJAL. Disponível em: <<http://www.tjal.jus.br/compras/documentos/NOVO%20EDITAL-PE025-A-2016.pdf>>. Acesso em: maio 2017. Adaptado pela autora.

3.3.4.3 Identificação de Bonificações

Segundo a portaria nº 372 de 2010 do INMETRO (INMETRO, 2010), a pontuação referente às bonificações deve-se a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação e que podem valer até um ponto na classificação geral, entretanto, essas iniciativas devem ser justificadas e a economia gerada deve ser comprovada. São elas:

→ Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água – refere-se aos sistemas ou equipamentos (exemplo: torneiras com arejadores e/ou temporizadores, sanitários com sensores, aproveitamento da água pluvial, etc.), para receber essa bonificação, devem proporcionar uma economia de 40% no consumo anual de água do edifício;

→ Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água) - estes sistemas incluem o aquecimento de água do tipo solar e energia eólica e fotovoltaica. Para receber essa bonificação o aquecimento de água deve provar o atendimento a 70% da fração solar;

→ Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica) – para receber essa bonificação o uso de energia eólica ou fotovoltaica deve proporcionar uma economia mínima de 10% no consumo anual de energia;

→ Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas - Os sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas (iluminação natural, por exemplo) que aumentem a eficiência energética da edificação devem comprovar uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica comprovada;

→ Elevadores - Para receber os pontos relativos à bonificação, os elevadores devem alcançar classe A, segundo a norma VDI 4707 (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 2009).

O projeto original não possui dispositivos que pontuem neste item de bonificações.

3.3.4.4 cálculo da Etiqueta Geral

Para o cálculo da etiqueta geral do objeto de estudo, além dos dados referentes à eficiência energética da envoltória, sistema de iluminação e sistema de ar condicionado, necessita-se ainda da área de permanência transitória (APT), que é a área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados e da área não condicionada (ANC), definida como a área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de conforto conforme descrito no item 6 do RTQ-C (Tabela 18).

Tabela 18: Áreas consideradas para cálculo da etiqueta geral de eficiência energética do objeto de estudo.

	Área (m ²)
APT	220,91
ANC	Não possui

Fonte: A autora.

3.4 Orçamento da obra – Projeto Original e Projeto Ajustado

Para avaliar a relação de custo e benefício da adequação do projeto original do objeto de estudo com vistas ao atendimento dos parâmetros do RTQ-C para obtenção da classificação máxima nível A de eficiência energética, fez-se um levantamento das alterações que foi enviada a empresa responsável pelas planilhas de preços dos projetos do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas (Ver tabela 19).

Tabela 19: Relação das modificações no projeto original para orçamento.

	Descrição do parâmetro alterado	Projeto original	Projeto ajustado
Envoltória	Transmitância térmica da cobertura - UCOB	- Proteção mecânica (cimentado); - Manta asfáltica; - Regularização (cimentado); - Laje pré-moldada 12cm; - Argamassa.	- Proteção mecânica (cimentado); - Poliestireno Expandido – EPS; - Manta asfáltica; - Regularização (cimentado); - Laje pré-moldada 12cm; - Gesso projetado.
Sistema de Iluminação	Contribuição da luz natural	Todas as luminárias de cada ambiente acendem em um mesmo interruptor.	Acréscimo de um interruptor nos ambientes a seguir: espera salão de júri, secretaria, assessoria, gabinete e sala de audiência.
Sistema de Condicionamento de Ar	Número de unidades de condicionadores de ar Split instalados	Instalações para 16 unidades de condicionadores de ar Split	Instalações para 17 unidades de condicionadores de ar Split

Fonte: A autora.

Quanto aos equipamentos de ar condicionado que tiveram suas especificações alteradas, seu custo não faz parte do escopo da obra. Para a comparação de custos deste item, foram considerados os valores constantes da ata

de registros de preços do TJ/AL para a especificação do projeto original. Quanto às para as especificações do projeto ajustado foi realizada uma pesquisa de preços em sites de venda de condicionadores de ar e considerado o menor valor encontrado para cada item, visto que os preços constantes da de uma ata de registros deve refletir o menor preço de uma concorrência.

Porém, ao coletar os valores de mercado dos equipamentos, foi constatada uma grande variação de valores encontrados para cada item pesquisado (Tabela 20). Portanto, optou-se por não considerar estes custos na avaliação, considerando também que a aquisição do equipamento não consta do escopo da obra.

Tabela 20: Valores dos equipamentos condicionadores de ar - projeto original e projeto ajustado.

	Número de unidades tipo Split		Valor Unitário		
	Projeto original	Projeto ajustado	Ata de Registro de Preços – TJ/AL	Menor cotação na internet	Maior cotação na internet
Split 7.000 BTU's	-	04	-	R\$ 664,90	R\$ 878,18
Split 9.000 BTU's	05	01	R\$ 1.112,09	R\$ 949,05	R\$ 1487,07
Split 12.000 BTU's	03	03	R\$ 1.243,78	R\$ 1.140,22	R\$ 1.688,88
Split 18.000 BTU's	01	01	R\$ 1.735,13	R\$ 1.625,63	R\$ 2.827,20
Split 24.000 BTU's	03	03	R\$ 2.186,84	R\$ 3.019,00	R\$ 4.370,03
Split 30.000 BTU's	-	05	-	R\$ 2.899,00	R\$ 5.699,00
Split 48.000 BTU's	04	-	R\$ 6.157,89	-	-

Fonte: Registro de preços do TJ/AL e no site <www.webarcondicionado.com.br> acesso em outubro, 2017.

4 RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados da análise da eficiência energética do objeto de estudo, para o projeto original e o projeto ajustado, na seguinte sequência:

- ↳ Observância aos Pré-Requisitos Gerais;
- ↳ Eficiência Energética da envoltória;
- ↳ Eficiência Energética do Sistema de Iluminação;
- ↳ Eficiência Energética do Sistema de Condicionamento de Ar;
- ↳ Bonificações;
- ↳ Etiqueta Geral.

4.1 Observância aos Pré-Requisitos Gerais – Projeto Original e Projeto Ajustado

No que tange aos pré-requisitos gerais, os circuitos elétricos permitem a medição individualizada por uso. Entretanto, quanto ao aquecimento de água, não há esse recurso. O quadro a seguir mostra que o objeto de estudo atende, portanto, aos pré-requisitos gerais do RTQ-C, não sendo necessário realizar ajustes no projeto para esse tópico (Figura 31).

Figura 31: Pré-requisitos gerais do objeto de estudo.

Pré-requisitos gerais

Circuitos elétricos

- A edificação possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final
- A edificação não possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final ou não se aplica

Aquecimento de água

- Atende pré-requisito para A
- Atende pré-requisito para B
- Atende pré-requisito para C
- A edificação possui isolamento de tubulações
- Este pré-requisito não se aplica à edificação
- Não atende

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>>. Acesso em: 26 Junho, 2017.

4.2 Eficiência Energética da envoltória

→ Pré-requisitos específicos para a envoltória.

Calculados os dados referentes aos pré-requisitos da envoltória do projeto original, foi preenchida a planilha disponibilizada na página do Webprescritivo, conforme apresentado na Tabela 21, a seguir:

Tabela 21: Dados referentes aos pré-requisitos da envoltória do objeto de estudo.

Pré-requisitos da envoltória	Projeto original	Projeto ajustado
U_{COB-AC} (W/m ² K)	2.38	0.59
$U_{COB-ANC}$ (W/m ² K)	2.38	0.59
U_{PAR} (W/m ² K)	2.46	2.46
PAZ (%)	-	-
α_{COB} (%)	0.7	0.2
CT_{PAR} (kJ/(m ² K))	150	150
α_{PAR} (%)	0.33	0.33
FS	-	-

Fonte: A autora.

Foi necessário que os valores referentes à transmitância térmica das Coberturas da edificação (U_{COB}) sofressem alteração – projeto ajustado - a fim de

atingir o valor exigido pelo RTQ-C. O ajuste realizado no projeto de estudo foi aplicado à laje de toda a edificação que não apresenta variação entre as áreas condicionadas e não condicionadas.

↪ Dados Dimensionais da Edificação e Características das Aberturas

A Tabela 22 apresenta um resumo das características físicas da envoltória referentes ao projeto original:

Tabela 22: Dados referentes às características físicas da envoltória do projeto original.

Dados Dimensionais do Objeto de Estudo	A_{TOT}		552,10 m ²
	A_{PCOB}		552,10 m ²
	A_{PE}		552,10 m ²
	V_{TOT}		1557,77 m ³
	A_{ENV}		1.003,22 m ²
Características* das Aberturas (adimensional)	FS		0.27
	AHS		Zero
	AVS		0.61
	FACHADA A – orientação oeste	PAF_T	0,12
		PAF_O	0,12
	FACHADA B - orientação oeste	PAF_T	0,09
		PAF_O	0,07
	FACHADA C - orientação oeste	PAF_T	0,09
		PAF_O	0,06
	FACHADA D - orientação oeste	PAF_T	0,11
PAF_O		0,11	

Fonte: A autora.

↪ Nível obtido de eficiência energética - Projeto original e projeto ajustado

Através da ferramenta WebPrescritivo, foi calculado o nível de eficiência energética referente ao projeto original e ao projeto ajustado para as quatro implantações propostas, sendo que, nos tópicos a seguir, a letra **a** refere-se aos resultados obtidos com os dados do **projeto original**, e a letra **b** aos resultados obtidos com os dados do **projeto ajustado**.

Inicialmente ficou demonstrado que o nível de eficiência energética alcançado foi limitado ao **nível E**, devido ao valor de transmitância térmica da cobertura. ($U_{COB-AC} = U_{COB-ANC} = 2,38(W/(m^2.K))$). Após os ajustes propostos para a

laje de cobertura, chegou-se a um valor de transmitância térmica da cobertura que atende a esse pré-requisito.

→ A seguir são apresentados os valores de eficiência energética obtidos para a **Implantação A**, que refere-se à situação em que a fachada principal, ou **fachada A**, encontra-se orientada para o **Oeste**. Denominou-se o resultado desta primeira situação com **1a - projeto original** e **1b - projeto ajustado** (Figura 32 e 33).

Figura 32: Implantação A - 1a.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática **ZB 8** Cidade **Água Branca AL**

Pré-requisitos

U _{COB - AC}	2.38	W/(m ² K)	α _{COB}	0.70	%
U _{COB - ANC}	2.38	W/(m ² K)	CT _{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α _{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação		Características das Aberturas	
A _{TOT}	552.10	FS	0.27
m ²		PAF _T	12
A _{PCOB}	552.10	%	
m ²		PAF _O	12
A _{PE}	552.10	%	
m ²		AVS	0
V _{TOT}	1557.77	°	
m ³		AHS	0.61
A _{ENV}	1003.22	°	
m ²			

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.

Calcular Eficiência Limpar

E

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Figura 33: Implantação A – 1b.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U _{COB-AC}	0.59	W/(m ² K)	α _{COB}	0.70	%
U _{COB-ANC}	0.59	W/(m ² K)	CT _{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α _{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A _{TOT}	552.10	m ²	FA: 1.00
A _{PCOB}	552.10	m ²	
A _{PE}	552.10	m ²	
V _{TOT}	1557.77	m ³	FF: 0.64
A _{ENV}	1003.22	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27	
PAF _T	12	%
PAF _O	12	%
AVS	0	o
AHS	0.81	o

Calcular Eficiência Limpar

A

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

→ A seguir são apresentados os valores de eficiência energética obtidos para a **Implantação B**, que refere-se à situação em que a fachada B, encontra-se orientada para o **Oeste**. Denominou-se o resultado desta primeira situação com **2a - projeto original e 2b - projeto ajustado** (Figura 34 e 35).

Figura 34: Implantação B – 2a.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U_{COB-AC}	2.38	W/(m ² K)	α_{COB}	0.70	%
$U_{COB-ANC}$	2.38	W/(m ² K)	CT_{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U_{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α_{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A_{TOT}	552.10	m ²	FA: 1.00
A_{PCOB}	552.10	m ²	
A_{PE}	552.10	m ²	
V_{TOT}	1557.77	m ³	FF: 0.64
A_{ENV}	1003.22	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF_T	9
PAF_O	7
AVS	0
AHS	0.61

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.

Calcular Eficiência Limpar

E

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Figura 35: Implantação B - 2b

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U_{COB-AC}	0.59	W/(m ² K)	α_{COB}	0.70	%
$U_{COB-ANC}$	0.59	W/(m ² K)	CT_{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U_{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α_{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A_{TOT}	552.10	m ²	FA: 1.00
A_{PCOB}	552.10	m ²	
A_{PE}	552.10	m ²	
V_{TOT}	1557.77	m ³	FF: 0.64
A_{ENV}	1003.22	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF_T	9
PAF_O	7
AVS	0
AHS	0.61

Calcular Eficiência Limpar

A

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

→ A seguir são apresentados os valores de eficiência energética obtidos para a **Implantação C, que refere-se à situação em que a fachada principal, ou fachada A, encontra-se orientada para o Oeste**. Denominou-se o resultado desta primeira situação com **3a - projeto original e 3b - projeto ajustado** (Figura 36 e 37).

Figura 36: Implantação C – 3a.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U _{COB - AC}	2.38 W/(m ² K)	Q _{COB}	0.70 %
U _{COB - ANC}	2.38 W/(m ² K)	CT _{PAR}	150 kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46 W/(m ² K)	Q _{PAR}	0.33 %
PAZ	0 %	FS	0

Dados Dimensionais da Edificação

A _{TOT}	552.10 m ²	FA: 1.00
A _{PCOB}	552.10 m ²	
A _{PE}	552.10 m ²	
V _{TOT}	1557.77 m ³	FF: 0.64
A _{ENV}	1003.22 m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF _T	9 %
PAF _O	8 %
AVS	0 °
AHS	0.61 °

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.

Calcular Eficiência Limpar

E

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Figura 37: Implantação C – 3b.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U _{COB - AC}	0.59 W/(m ² K)	Q _{COB}	0.70 %
U _{COB - ANC}	0.59 W/(m ² K)	CT _{PAR}	150 kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46 W/(m ² K)	Q _{PAR}	0.33 %
PAZ	0 %	FS	0

Dados Dimensionais da Edificação

A _{TOT}	552.10 m ²	FA: 1.00
A _{PCOB}	552.10 m ²	
A _{PE}	552.10 m ²	
V _{TOT}	1557.77 m ³	FF: 0.64
A _{ENV}	1003.22 m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF _T	9 %
PAF _O	6 %
AVS	0 °
AHS	0.61 °

Calcular Eficiência Limpar

A

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

→ A seguir são apresentados os valores de eficiência energética obtidos para a **Implantação D, que refere-se à situação em que a fachada principal, ou fachada A, encontra-se orientada para o Oeste**. Denominou-se o resultado desta primeira situação com **4a - projeto original e 4b - projeto ajustado** (Figura 38 e 39).

Figura 38: Implantação D – 4a.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U _{COB-AC}	2.38	W/(m ² K)	α _{COB}	0.70	%
U _{COB-ANC}	2.38	W/(m ² K)	CT _{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α _{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A _{TOT}	552.10	m ²	FA: 1.00
A _{PCOB}	552.10	m ²	
A _{PE}	552.10	m ²	
V _{TOT}	1557.77	m ³	FF: 0.64
A _{ENV}	1003.22	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF _T	11
PAF _O	11
AVS	0
AHS	0.61

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.

Calcular Eficiência Limpar

E

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Figura 39: Implantação D – 4b.

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U _{COB-AC}	0.59	W/(m ² K)	α _{COB}	0.70	%
U _{COB-ANC}	0.59	W/(m ² K)	CT _{PAR}	150	kJ/(m ² K)
U _{PAR}	2.46	W/(m ² K)	α _{PAR}	0.33	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A _{TOT}	552.10	m ²	FA: 1.00
A _{PCOB}	552.10	m ²	
A _{PE}	552.10	m ²	
V _{TOT}	1557.77	m ³	FF: 0.64
A _{ENV}	1003.22	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.27
PAF _T	11
PAF _O	11
AVS	0
AHS	0.61

Calcular Eficiência Limpar

A

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Os níveis de eficiência energética resultantes com os parâmetros utilizados do projeto original foram idênticos para as quatro implantações propostas, **nível E**, isso ocorreu devido à limitação imposta pelo não cumprimento do pré-requisito transmitância da cobertura (U_{COB}).

Ao corrigir o valor da transmitância da cobertura no projeto ajustado através das mudanças na cobertura através do acréscimo, à laje original, de uma camada de poliestireno expandido⁹ de cinco centímetros de espessura, e a substituição da argamassa por uma aplicação de gesso projetado, obteve-se o nível de eficiência energética **nível A** para a envoltória em todas as quatro implantações propostas.

Neste caso, sob o ponto de vista exclusivo do RTQ-C, a variação na implantação foi indiferente para o resultado do nível de eficiência energética da envoltória.

4.3 Eficiência Energética do Sistema de Iluminação – Projeto Original e Projeto Ajustado

Para cálculo da eficiência energética do sistema de iluminação, foram seguidas as instruções do PBE Edifica(2017) e consideradas as somatórias da potência instalada e das áreas dos ambientes, considerando o fato de que toda a edificação pôde ser classificada em uma mesma atividade - tribunal.

O cálculo através da ferramenta WebPrescritivo da eficiência do sistema de iluminação resultou na classificação do objeto de estudo no **nível C** de eficiência energética. Entretanto esta classificação está vinculada ao cumprimento dos pré-requisitos de contribuição da luz natural e divisão dos circuitos.

No projeto luminotécnico original do objeto de estudo, o pré-requisito divisão dos circuitos é cumprido. Entretanto, o pré-requisito para contribuição da luz natural não é cumprido, razão pela qual obteve-se a classificação nível C para o projeto original (Figura 40).

⁹ EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido. Foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz. No Brasil é popularmente conhecido como Isopor ®, marca registrada da empresa Knauf. Fonte: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>.

Figura 40: Resultado do cálculo da eficiência energética do sistema de iluminação do projeto original.

Iluminação

Por áreas do edifício Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos Atende Não atende
 Contribuição da luz natural Atende Não atende Não se aplica
 Desligamento automático Atende Não atende Não se aplica

Atividade	No. de Unidades	Pré-Requisitos por ambientes			Potência [W]	Área [m ²]
		Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático		
1 Tribunal	- 1 +	Atende	Não atende	Não se aplica	2934	432.9

Calcular Eficiência Limpar

C

* Desde que observados os pré-requisitos de divisão dos circuitos

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Ao se propor no projeto ajustado a inclusão de um circuito independente para as fileiras de luminárias paralelas e mais próximas às janelas, o pré-requisito contribuição da luz natural foi cumprido, e obteve-se o seguinte resultado (figura 41):

Figura 41: Resultado da simulação da eficiência energética do sistema de iluminação do projeto ajustado.

Iluminação

Por áreas do edifício Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos Atende Não atende
 Contribuição da luz natural Atende Não atende Não se aplica
 Desligamento automático Atende Não atende Não se aplica

Atividade	No. de Unidades	Pré-Requisitos por ambientes			Potência [W]	Área [m ²]
		Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático		
1 Tribunal	- 1 +	Atende	Atende	Não se aplica	2934	432.9

Calcular Eficiência Limpar

A

* Desde que observados os pré-requisitos de desligamento automático do sistema de iluminação, contribuição da luz natural e divisão dos circuitos

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

A alteração proposta no projeto ajustado através das mudanças descritas acima, levou o nível de eficiência energética do sistema de iluminação para o **nível A**.

4.4 Eficiência Energética do Sistema de Condicionamento de Ar – Projeto Original e Projeto Ajustado

Para cálculo da eficiência energética do sistema de Condicionamento de Ar, foram seguidas as instruções do PBE Edifica (2017) e considerados os dados do projeto original (DCEA, 2016) do objeto de estudo, que apresenta como solução de

climatização o uso de condicionadores de ar tipo Split. Os dados técnicos destes equipamentos foram obtidos a partir da ata de registro de preços do TJ/AL (2016).

No projeto ajustado foram alteradas as especificações dos equipamentos, além de uma pequena alteração no projeto de climatização.

O cálculo da eficiência energética do sistema de condicionamento de ar do projeto original desta pesquisa obteve como resultado a classificação nível C (Figura 42).

Figura 42: Eficiência energética do sistema de condicionamento de ar do projeto original.

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

Possui isolamento de tubulações
 Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

	- Ambiente +	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
1	Sala dos oficiais	- 1 +	split ▼	9000	3.23	B
2	Sala de audiência	- 1 +	split ▼	24000	2.81	D
3	Gabinete do Juiz	- 1 +	split ▼	18000	3.23	B
4	Assessoria	- 1 +	split ▼	12000	3.23	B
5	Secretaria	- 2 +	split ▼	24000	2.81	D
			split ▼	24000	2.81	D
6	Central técnica	- 2 +	split ▼	12000	3.23	B
			split ▼	12000	3.23	B
7	OAB	- 1 +	split ▼	9000	3.23	B
8	Defensoria	- 1 +	split ▼	9000	3.23	B
9	Promotoria	- 1 +	split ▼	9000	3.23	B
10	Recepção	- 1 +	split ▼	9000	3.23	B
11	Salão de Juiz	- 4 +	split ▼	48000	2.81	D
			split ▼	48000	2.81	D
			split ▼	48000	2.81	D
			split ▼	48000	2.81	D

AU m² ?
AC m² ?

C

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

A proposta do projeto ajustado obteve-se o seguinte resultado (figura 43):

Figura 43: Eficiência energética do sistema de condicionamento - projeto ajustado.

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

Possui isolamento de tubulações
 Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

	- Ambiente +	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
1	Sala dos Oficiais	- 1 +	split ▼	9000	3.24	A
2	Sala de Audiências	- 1 +	split ▼	24000	3.24	A
3	Gabinete do Juiz	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A
4	assessoria	- 1 +	split ▼	12000	3.24	A
5	Secretaria	- 2 +	split ▼	24000	3.24	A
			split ▼	24000	3.24	A
6	Central Técnica	- 2 +	split ▼	12000	3.24	A
			split ▼	12000	3.24	A
7	OAB	- 1 +	split ▼	7000	3.24	A
8	Defensoria	- 1 +	split ▼	7000	3.24	A
9	Promotoria	- 1 +	split ▼	7000	3.24	A
10	Recepção	- 1 +	split ▼	7000	3.24	A
11	Salão de Júri	- 5 +	split ▼	30000	3.24	A
			split ▼	30000	3.24	A
			split ▼	30000	3.24	A
			split ▼	30000	3.24	A
			split ▼	30000	3.24	A

AU m² ?
AC m² ?

A

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

4.5 Bonificações

O projeto padrão do fórum de única vara do Tribunal de Justiça de Alagoas, não apresenta dados sobre inovações que possam conferir pontuação referente a essas às bonificações prescritas no item Identificação de Bonificações (3.3.4.3), da metodologia desta pesquisa, tampouco foram inseridos dispositivos ao projeto ajustado que resultassem em pontuação neste item.

4.6 Etiqueta Geral

O resultado final da avaliação da eficiência energética realizada através dos parâmetros estabelecidos pelo RTQ-C é a classificação geral do edifício.

A etiqueta geral de eficiência energética do projeto original resultou na pontuação 3.18, equivalente a classificação **nível C** (Figura 44 e tabela 23).

Figura 44: Resultado da simulação da etiqueta geral do projeto original do objeto de estudo.

Bonificações

Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água. Economia : 0 %

Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água). Economia : 0 %

Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica). Economia : 0 %

Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas. Economia : 0 %

Elevadores. Classificação VDI 4707 : - ▾

Etiqueta Geral

APT m² ?

ANC m² ?

EqNumV ?

b ?

Pontuação: 3.18

C

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Tabela 23: Classificação do nível de eficiência do objeto de estudo.

Sistema	Nível de Eficiência	
Envoltória	E	Pontuação Geral
Iluminação	C	
Condicionamento de Ar	C	
Etiqueta Geral	C	
		3.18

Fonte: A autora.

Já para o projeto ajustado o cálculo da etiqueta geral de eficiência energética, resultou na pontuação máxima 5.00, equivalente a classificação **nível A** (Figura 45 e tabela 24).

Figura 45: Resultado da simulação da etiqueta geral do projeto ajustado do objeto de estudo.

Bonificações

Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água. Economia : 0 %

Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água). Economia : 0 %

Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica). Economia : 0 %

Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas. Economia : 0 %

Elevadores. Classificação VDI 4707 : -

Etiqueta Geral

APT: 220.91 m²

ANC: 2.84217094304 m²

EqNumV: 1

b: 0

Calcular Eficiência Limpar

Pontuação: 5.00

A ■ ■ ■ ■

Fonte: WebPrescritivo, 2017. Adaptado pela autora.

Tabela 24: Classificação do nível de eficiência do objeto de estudo.

Sistema	Nível de Eficiência	Pontuação Geral
Envoltória	A	
Iluminação	A	
Condicionamento de Ar	A	
Etiqueta Geral	A	5.00

Fonte: A autora.

Apesar de simples, as modificações nos parâmetros (projeto ajustado) que determinam o nível de eficiência energética dos três sistemas que compõem a etiqueta geral (envoltória, iluminação e condicionamento de ar), resultaram em uma significativa evolução na classificação geral do nível de eficiência energética do projeto padrão do fórum de única vara do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas que passou de “C” para a classificação máxima nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica, atingindo o objetivo desta pesquisa.

4.7 Custos das Alterações dos Parâmetros do Projeto Padrão

As alterações dos parâmetros de projeto realizadas no projeto padrão original (projeto ajustado) resultaram nos custos apresentados a seguir (Tabela 25).

Tabela 25: Custo das alterações propostas para o projeto ajustado.

	Custo da obra (Orçamento)	Percentual Acrescido ao Valor do Projeto Original
Projeto Original	R\$ 1.562.122,70	
Projeto Ajustado	R\$ 1.585.726,61	
Custo das Alterações	R\$ 23.603,91	1.51 %

Fonte: UFC Engenharia LTDA (2017). Adaptado pela autora.

As modificações (projeto ajustado) nos parâmetros do projeto original que resultaram na classificação máxima nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica, tiveram um impacto financeiro pouco significativo no montante geral de custos para execução da obra.

4.8 Síntese dos Resultados

Neste item serão analisados os resultados obtidos acerca da avaliação de eficiência energética do objeto de estudo, comparando o desempenho do projeto original com o projeto ajustado.

4.8.1 Pré-requisitos

A tabela 26 a seguir apresenta as informações acerca do cumprimento dos pré-requisitos do RTQ-C, de forma que seja possível visualizar os resultados para as duas avaliações realizadas, para o projeto original e ajustado.

Tabela 26: Verificação dos pré-requisitos – projeto original e ajustado.

	Descrição do pré-requisito	Cumpre pré-requisito para ZB-8 Nível A		Classificação obtida	
		Projeto original	Projeto ajustado	Projeto original	Projeto ajustado
Geral	Circuitos elétricos	✓	✓	C	A
Envoltória	Transmitância térmica da cobertura - UCOB	✗	✓	E	A
	Transmitância térmica das paredes exteriores - UPAR	✓	✓		
	Absortância Solar da Cobertura - α COB	✗	✓		
	Absortância Solar das paredes - α PAR	✓	✓		
Sistema de Iluminação	Divisão dos Circuitos	✓	✓	C	A
	Contribuição da luz natural	✗	✓		
Sistema de Condicionamento de Ar	Isolamento térmico de tubulações	✓	✓	C	A

Fonte: A autora.

Como pode ser percebido, o projeto padrão para Fóruns de única vara do TJ/AL, em seu projeto original atendeu a seis dos oito pré-requisitos do RTQ-C. Entretanto os dois pré-requisitos não cumpridos limitaram a classificação geral da eficiência energética do objeto ao nível C. Além dos dois pré-requisitos não cumpridos (envoltória e sistema de iluminação), contribuiu para a classificação “C” do projeto original a especificação dos equipamentos de condicionadores de ar utilizados no projeto original.

4.8.2 Envoltória

A classificação obtida para a envoltória do projeto original foi equivalente ao **nível E**, para as quatro implantações propostas, devido principalmente ao alto valor de transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados e não condicionados - que no caso do objeto de estudo possuem a mesma tipologia – 2,38 w/(m². k). Esse resultado mostra que, para análise da influência na eficiência

energética dos demais componentes da envoltória, através do RTQ-C, fez-se necessário inicialmente, repensar a solução construtiva do sistema de cobertura.

Segundo informação do Departamento Central de Engenharia e Arquitetura do Tribunal de Justiça de Alagoas – DCEA/TJ-AL, responsável pelo projeto aqui analisado, a escolha do sistema de cobertura utilizado nos edifícios novos ou reformados do Tribunal de Justiça de Alagoas, tem como principal critério a facilidade de manutenção na estrutura de coberta de seus prédios, evitando com a solução adotada, telhas quebradas, entupimento de calhas e na tubulação de águas pluviais dos telhados, vazamentos que causavam umidade nos forros e paredes. Ainda de acordo com o DCEA/TJ-AL, a substituição do uso de telhados convencionais – telhas, calhas e forros – por laje impermeabilizada, resultou na extinção dos problemas enfrentados anteriormente. .

Sabe-se, entretanto, que a ausência da proteção da telha resulta, como foi visto através dos cálculos realizados nesta pesquisa, resulta num alto valor de transmitância térmica, que eleva a temperatura no interior do ambiente. Em caso do uso de condicionamento artificial de ar, a consequência é o aumento no consumo de energia deste sistema.

Para alcançar o nível A, almejado foi necessário buscar uma solução que promovesse a redução necessária do valor de transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) a um número igual ou inferior a $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, sem, no entanto comprometer a funcionalidade do sistema de cobertura quanto à sua característica de minimizar os problemas já ocorridos devido às dificuldades de manutenção preventiva.

A partir dessas premissas foi possível propor o acréscimo de uma camada de 5 cm de Poliestireno Expandido – EPS – Na parte externa da laje, abaixo da proteção mecânica (cimentado) e sobre a camada de impermeabilização e a substituição da argamassa de acabamento gesso projetado, no acabamento da parte interna da laje. Essa solução mantém a funcionalidade da laje quanto à manutenção, visto que as alterações realizadas não têm reflexos na aparência ou resistência da laje, e principalmente, não foi necessário adicionar, ao sistema construtivo, o uso de telhas ou calhas.

Após as alterações na composição da cobertura, a transmitância térmica da cobertura de toda a edificação passou de 2,38 W/(m².K) para 0,59 W/(m².K). Ao calcular o nível de eficiência térmica da envoltória o valor obtido para a versão ajustada do projeto do objeto de estudo, a classificação passou de E para A, não sendo necessário promover nenhuma nova alteração no projeto original (ver tabela 27).

Tabela 27: Dados referentes à envoltória do objeto de estudo – projeto original e ajustado.

		Projeto original	Projeto ajustado	
Pré-requisitos da envoltória	U_{COB-AC} (W/m ² K)	2.38	0.59	
	$U_{COB-ANC}$ (W/m ² K)	2.38	0.59	
	U_{PAR} (W/m ² K)	2.46	2.46	
	PAZ (%)	-	-	
	α_{COB} (%)	0.7	0.7	
	CT_{PAR} (kJ/(m ² K))	150	150	
	α_{PAR} (%)	0.33	0.33	
	FS	-	-	
Dados Dimensionais do Objeto de Estudo	A_{TOT}	552,10 m ²	552,10 m ²	
	A_{PCOB}	552,10 m ²	552,10 m ²	
	A_{PE}	552,10 m ²	552,10 m ²	
	V_{TOT}	1557,77 m ³	1557,77 m ³	
	A_{ENV}	1.003,22 m ²	1.003,22 m ²	
Características* das Aberturas	FS	0.27	0.27	
	AHS	Zero	Zero	
	AVS	0.61	0.61	
	FACHADA A – orientação oeste	PAF _T	0,12	0,12
		PAF _O	0,12	0,12
	FACHADA B - orientação oeste	PAF _T	0,09	0,09
		PAF _O	0,07	0,07
	FACHADA C - orientação oeste	PAF _T	0,09	0,09
		PAF _O	0,06	0,06
	FACHADA D - orientação oeste	PAF _T	0,11	0,11
PAF _O		0,11	0,11	
Classificação da Envoltória		E	A	

Fonte: A autora.

Os resultados demonstram que, o projeto original do objeto padrão pode passar de um desempenho médio para máximo quanto ao nível de eficiência energética, com adequações simples, tendo preservadas suas características gerais.

4.8.3 Sistema de Iluminação

O resultado da análise da eficiência energética do sistema de iluminação, mostrou que a classificação do objeto de estudo como **nível C** está fortemente vinculada ao atendimento ou não dos pré-requisitos, demonstrando que, sob a ótica do RTQ-C, o projeto não sofreria grandes alterações para obtenção da ENCE parcial de projeto classe A.

O atendimento ao pré-requisito “contribuição da luz natural” pôde ser alcançado com uma alteração simples do projeto luminotécnico, que consistiu na inclusão de um circuito para acionamento independente para a linha de luminárias mais próxima a parede das aberturas, nos ambientes em que esse pré-requisito se aplicava, a saber: sala de espera, salão de júri, secretaria, assessoria, gabinete e sala de audiência.

A classificação de eficiência energética do sistema de iluminação do objeto de estudo, passou então de C (projeto original) para A (projeto ajustado), demonstrando que, sob a ótica do RTQ-C, o projeto luminotécnico original é satisfatório (ver tabela 28).

Tabela 28: Dados referentes ao sistema de iluminação do objeto de estudo – projeto original e ajustado.

		Projeto original	Projeto ajustado
Pré-requisitos do sistema de iluminação	Divisão de circuitos	Atende	Atende
	Contribuição da luz natural	Não atende	Atende
	Desligamento automático	Não se aplica	Não se aplica
Dados para cálculo por áreas do edifício	Atividade	Tribunal	Tribunal
	Potência	2.934 W	2.934 W
	Área	432,90 m ²	432,90 m ²
Classificação da Envoltória		C	A

Fonte: A autora.

4.8.4 Sistema de Condicionamento de Ar

O projeto original do sistema de condicionamento de ar do objeto de estudo alcançou a classificação **nível C**, de acordo com o regulamento técnico da qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

O resultado obtido através da aplicação do RTQ-C retratou a deficiência da especificação utilizada para aquisição dos equipamentos por parte do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas, visto que os limites mínimos de eficiência energética exigidos nesta especificação permitem que sejam adquiridos equipamentos que não atingem o nível A, pretendido neste trabalho.

Ao buscar solucionar o problema, percebeu-se que seria preciso além de uma correção nos valores mínimos exigidos de eficiência para que atingir a etiquetagem nível "A" para os *splits*, foi preciso ainda alterar a capacidade dos equipamentos de condicionamento de ar do salão de júri, visto que as máquinas especificadas no projeto original eram de 48.000 Btu's, e de acordo com a tabela de índices para condicionadores de ar *splits Hi-Wall* (Eletrobrás, 2017), não existem aparelhos com essa capacidade que atinjam a classificação máxima nível A de eficiência energética (tabela 29).

As duas alterações descritas acima podem ser introduzidas através de mudanças nos projetos que servem de base para confecção dos editais de licitação.

Tabela 29: Dados referentes ao sistema de condicionamento de ar do objeto de estudo – projeto original e ajustado.

		Número de unidades tipo Split		Capacidade por equipamento (BTU)		Eficiência (W/W)		Etiqueta	
		Projeto original	Projeto ajustado	Projeto original	Projeto ajustado	Projeto original	Projeto ajustado	Projeto original	Projeto ajustado
Ambiente	Sala dos Oficiais	01	01	9000	9000	3.23	3.24	B	A
	Sala de Audiência	01	01	24000	24000	2.81	3.24	D	A
	Gabinete do Juiz	01	01	18000	18000	3.23	3.24	B	A
	Assessoria	01	01	12000	12000	3.23	3.24	B	A
	Secretaria	02	02	24000	24000	2.81	3.24	D	A
	Central técnica	02	02	12000	12000	3.23	3.24	B	A
	OAB	01	01	9000	7000	3.23	3.24	B	A
	Defensoria Pública	01	01	9000	7000	3.23	3.24	B	A
	Promotoria	01	01	9000	7000	3.23	3.24	B	A
	Recepção	01	01	9000	7000	3.23	3.24	B	A
	Salão de Júri	04	05	48000	30000	2.81	3.24	D	A
Classificação da Envoltória								C	A

Fonte: A autora.

4.8.5 Classificação Geral do Edifício e Custos dos Ajustes (projeto ajustado)

Ao analisar a tabela 30 a seguir, percebe-se que o nível de eficiência geral do objeto de estudo passou de “C” – projeto original, para “A” – projeto ajustado. Entretanto, as modificações (projeto ajustado) nos parâmetros do projeto original que resultaram na classificação máxima nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica, foram simples, resultando num impacto financeiro pouco significativo no montante geral de custos para execução da obra.

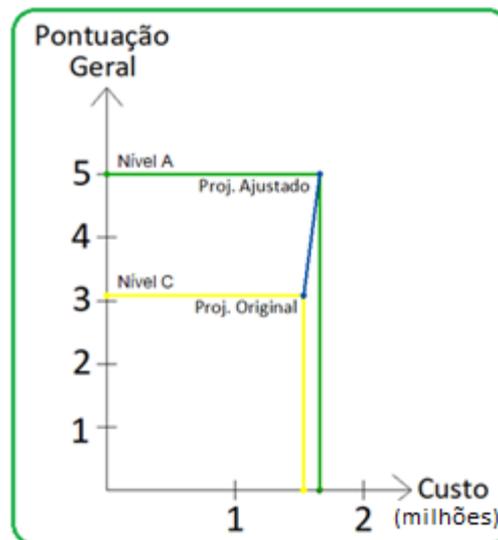
Tabela 30: Dados referentes classificação geral do objeto de estudo – projeto original e ajustado.

Sistema	Nível de Eficiência	Pontuação Geral		Classificação Geral do Edifício			
		Projeto original	Projeto ajustado	Projeto original	Projeto ajustado		
Sistema	Envoltória	E	A	3.18	5.00	C	A
	Iluminação	C	A				
	Condicionamento de Ar	C	A				

Fonte: A autora.

No gráfico abaixo (Figura 46) tem-se a relação entre o nível de eficiência e o impacto financeiro dos ajustes realizados nos parâmetros do projeto original do objeto de estudo.

Figura 46: Gráfico - Relação entre o custo dos projetos (original e ajustado) e o nível de eficiência energética alcançada.



Fonte: A autora.

O gráfico acima demonstra que a elevação do equivalente numérico do nível de eficiência energética é expressivo, enquanto o aumento do custo, que equivale a uma elevação de 1,51% no orçamento inicial da obra, foi irrisório diante do valor global.

A adequação do projeto original do objeto de estudo com vistas à obtenção da classificação máxima nível A, do Programa Brasileiro de Etiquetagem para edificações comerciais de serviços e públicas, mostra-se vantajosa para projeto do

fórum de única vara do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas, diante do aumento inexpressivo no custo final da obra e da possibilidade de redução no consumo de energia proporcionado pela adesão à etiquetagem PBE Edifica.

5. CONCLUSÕES

Este capítulo refere-se às conclusões que são extraídas dos resultados da pesquisa, e algumas recomendações para trabalhos futuros.

A realização desta pesquisa surgiu da importância do potencial do setor de obras públicas como consolidador das políticas públicas para preservação do meio ambiente e sua capacidade de induzir os demais setores a adotarem estratégias para produção de bens e serviços que levem em conta o desenvolvimento sustentável e a redução de danos ambientais, entretanto esse potencial é pouco aproveitado devido à escassez de dispositivos obrigatórios que tornem efetivas as iniciativas neste sentido.

A aplicação de estratégias projetuais de eficiência energética ao projeto de edifício público - fórum de única vara do Poder Judiciário de Alagoas - apresenta potencial para alcançar importante ganho energético. Alterações simples na composição da solução construtiva do sistema de cobertura, na especificação dos equipamentos de ar condicionado e no projeto luminotécnico, resultaram em acréscimo de 1,5% no valor total da obra, e trouxe como resultado a passagem da etiqueta de eficiência energética do nível “E” para o nível máximo “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE Edifica.

O dispositivo mais eficiente, presente na legislação brasileira que rege a contratação de obras públicas, no que tange ao desenvolvimento sustentável é a instrução normativa no 02/2014 da secretaria de tecnologia e gestão do ministério do planejamento que trata da obrigatoriedade da etiquetagem, através da aplicação do RTQ-C1 de eficiência energética para edifícios públicos, ainda assim, abrange apenas as edificações da esfera federal. Apesar de ser o único dispositivo obrigatório, segundo o PROCEL, as edificações novas construídas sob os parâmetros estabelecidos pela Etiquetagem PBE Edifica, podem resultar em uma economia de energia de até 50%. Já para as edificações existentes, que sofrerem grandes reformas, podem atingir uma redução no consumo de até 30%. Além disso, de acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética do Ministério de Minas e

Energia, está prevista a obrigatoriedade da etiquetagem para todas as edificações públicas até 2020.

A aplicação do RTQ-C ao projeto original resultou na classificação geral nível “E” de eficiência energética. As alterações feitas no projeto padrão aplicadas à envoltória (acréscimo de uma camada de 5 cm de EPS e substituição da argamassa do acabamento por gesso), ao sistema de iluminação (inclusão de um circuito para o acionamento independente da linha de luminárias mais próxima à parede das aberturas nos ambientes: sala de espera, salão de júri, secretaria, assessoria, gabinete e sala de audiência) e ao sistema de condicionamento de ar (correção dos valores mínimos de eficiência exigidos para os *splits*, e na especificação dos equipamentos de condicionamento de ar do salão de júri) resultaram na obtenção do nível “A” do Procel. Essas alterações podem ser replicadas nos projetos de fóruns de única vara a serem desenvolvidos e em caso de retrofit das unidades construídas.

O baixo custo para implantação do projeto ajustado - acréscimo de 1,51% no custo total da obra - para a elevação da classificação do objeto de estudo do nível “C”, para o nível “A” de eficiência energética, demonstrado pela pesquisa, e a adoção dessas estratégias, pode levar ainda à disseminação desta prática da etiquetagem de edifício a outras tipologias construtivas do Tribunal de Justiça de Alagoas, e familiarizar os demais envolvidos nos processos de projeto e procedimentos licitatórios com os procedimentos do RTQ-C, tornando a etiquetagem uma realidade para as futuras obras, e se adiantando a exigência que deve futuramente ser ampliada às esferas das edificações Estaduais e Municipais.

Com base ao trabalho realizado, algumas recomendações para trabalhos futuros são:

- Repetir o estudo para outras tipologias de edifícios públicos;
- Analisar o comportamento de consumo energético de uma unidade já construída e calcular a redução do consumo e o tempo de retorno do investimento realizado para etiquetagem do projeto em uma edificação nova e em caso de adequação das unidades existente;

- Averiguar a efetividade da obtenção da classificação máxima, Nível “A” do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBEEdifica (Inmetro/Eletróbrás/PROCEL Edifica) para projetos e obras na esfera pública federal, em face da Instrução Normativa SLTI/MP nº02 de 2014 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Brasil, 2014).

REFERÊNCIAS

ALVES, José Eustáquio Diniz. População, desenvolvimento e sustentabilidade: perspectivas para a CIPD pós-2014. **Revista brasileira de estudos de população**, v.31, n.1, São Paulo, Jan./Jun., 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982014000100013>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

ASUS. A Sustentabilidade como Ferramenta de Projeto. **Desenvolvido pelo Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES (LPP-UFES), Espírito Santo**. Disponível em: <<http://asus.lpp.ufes.br/>>. Acesso em: 21 Jan. 2017.

AZEVEDO, Pedro Henrique. Os tribunais de contas brasileiros e as licitações sustentáveis. **Revista TCEMG**, v. 12, n. 142, out. 2013.

BARROS, Ana Dorys Muñoz. **A Adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades**. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BIDERMAN, Rachel *et al.* (Orgs.). **Guia de compras públicas sustentáveis: uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 21 nov. 2015.

BRASIL. Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012. Regulamenta o art. 3 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública CISAP. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 6 jun. 2012.

BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>. Acesso em: 15 ago. 2015.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 5**, de 25 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/images/conteudo/ArquivosCGNOR/IN-n-05-de-26-de-maio-de-2017>. Acesso em: 20 de dezembro de 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Plano Nacional de Eficiência Energética; Premissas e Diretrizes Básicas, 2011**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%AAncia+Energ%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>. Acesso em: 15 de Julho de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 22 jun. 1993.

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**, Brasília, DF, 2001b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm. Acesso em: 15 ago. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2015. **Projeto 3E – Eficiência Energética em Edificações**. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/10577-p-r-o-j-e-t-o-3e>. Acesso em: 9 maio 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agenda 21 Global**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 27 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia**. Disponível em www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/split.pdf. Acesso em: 11 dez. 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Relatório de Atividades do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE**. 2014. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Relatorio+CGIEE+2014_formato+oficial.pdf/041985b1-dd26-4d56-a2c5-bb0e9733dd5c. Acesso em: maio 2017.

BRASIL. Planalto - Presidência da república. **Construção civil emprega 13 milhões de pessoas no País**. Agosto, 2016. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2016/08/construcao-civil-emprega-13-milhoes-de-pessoas-no-pais>. Acesso em: Novembro, 2017.

BUENO, Cristiane. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: Análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

CAIXA. Caixa Economica Federal. O Selo Casa Azul. In: JOHN, Vanderley Moacyr; PRADO, Racine Tadeu Araújo (Coord.). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. Realização da Caixa Econômica Federal. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1:método prescritivo**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, abr./jun. 2010.

CBIC –Câmara Brasileira da Industria da Construção. **Produto Interno Bruto – Construção Civil**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>, Ano 2016.

CBCS, PNUMA, Ministério do meio ambiente, Governo brasileiro. Aspectos da **Construção Sustentável no Brasil** e Promoção de Políticas Públicas, Versão 1, novembro de 2014.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum (Relatório Brundtland)**. Rio de Janeiro: FGV, 1991. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA - CNJ. DJE/CNJ nº 72/2010, de 23 de abril de 2010, p. 5-13. **RESOLUÇÃO Nº 114**, de 20 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.cnj.jus.br/atos-normativos?documento=146>>. Acesso em: maio 2014.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA - CNJ. **CNJ Serviço: Saiba a diferença entre comarca, vara, entrância e instância**. Maio de 2016. Disponível em: <http://www.cnj.jus.br/noticias/cnj/82385-cnj-servico-saiba-a-diferenca-entre-comarca-vara-entrancia-e-instancia>.

CRYER, B.; FELDER, J.; MATTHEWS, R.; PETTIGREW, M.; OKRENT, B.
Evaluating the diffusion of green building practices. UCLA Anderson School of Management, p.82, Califórnia, 2005/2006.

DCEA/ TJ-AL. Departamento Central de Engenharia e Arquitetura do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas. Reuniões junto ao departamento de novembro de 2015 a dezembro de 2016.

DEEKE, Vânia, CASAGRANDE JR., Eloy Fassy, DA SILVA, Maclovia Correia.
Edificações Sustentáveis em Instituições de Ensino Superior. Nutau, USP, 2008.
Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/CD/trabalhos.html>>. Acesso em: 15 maio 2017.

DIEESE. Estudo setorial da Construção 2012. **Estudos e Pesquisas**, n. 65, maio 2013.

DINIZ, Eliezer Martins. **Os Resultados da Rio +10.** Revista do Departamento de Geografia, v.15, p. 31–35, 2002.

DUARTE, Gracimeire de Carvalho; RODRIGUES, Monique Cordeiro; SOUZA, Maria Christina Rodrigues Xavier de; VIEIRA, Patrícia FaccioliJusti Gutierrez. **A aplicação da ferramenta de certificação Leed para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil.** In: Congresso latino-americano da construção metálica. São Paulo. Brasil, 2010.

ELETROBRÁS/PROCEL. **Manual para Aplicação do RTQ-C.** Versão 4, Julho de 2016. Com base na Portaria nº 372 e complementares nº 17, 299 e 126, 2016.

ELETROBRÁS/PROCEL. **WebPrescritivo.** Disponível em:
<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>. Acesso em: mar/ abril/ maio/novembro/dezembro. 2017.

ELETROBRÁS. **Tabela de Eficiência Energética – Condicionadores de Ar Split Hi-Wall.** 2017. Disponível em:
<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_split_hiwall_indicenevo.pdf> Acesso em: Jul. 2017.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **O Processo AQUA-HQE**. 2013. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>> Acesso em: mar. 2017.

FLORISSI, Elena. **Desenvolvimento urbano sustentável: um estudo sobre sistemas de indicadores de sustentabilidade urbana**. 2009. 128f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano - MDU). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

FROTA NETO, Q. J. *et al.* **Designing and evaluating sustainable logistics networks**. International Journal of Production Economics, v. 111, p. 195-208, 2008.

GOMES, Anderson Ferreira; AMORIM, Cláudia Naves David. **Panorama nacional das edificações públicas federais com foco em etiquetagem de eficiência energética: oportunidades e desafios**. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. São Paulo, 21 a 23 de setembro de 2016.

Green Building Council Brasil, **Certificação LEED**, Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>, Acesso em 20 dez. 2016.

GUIMARÃES, R.; FONTOURA, Y. **Desenvolvimento sustentável na Rio+20: discursos, avanços, retrocessos e novas perspectivas**. Cadernos EBAPE.BR, v. 10, n. 3, p. 508-532, 2012.

GUIMARÃES, R. P.; FONTOURA, Y. S. dos R. da. Rio+20 ou Rio-20?: crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente&Sociedade**, vol. 15, n. 3, p. 19-39 dez. 2012.

HAAPIO, Appu; VIITANIEMI, Pertti. **A critical review of building environmental assessment tools**. ScienceDirect, Finland, v.28, p.469 – 482, jan. 2008.

HAWKINS, T.G., GRAVIER, M.J.; POWLEY, E.H. **Public versus private sector procurement ethics and strategy: what each sector can learn from the other**. Journal of Business Ethics, v. 103, n. 4, p. 567, 2011.

ICLEI. **Manual Procura+: Um Guia para Implementação de Compras Públicas Sustentáveis**. 3ª ed. São Paulo, 2015.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **RTQ-R: Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais**. Rio de Janeiro, 2012.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria Nº 50/2013. **Anexo geral V – catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria 372, de 17 de setembro de 2010. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**(RTQ). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001599.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

International Energy Agency. **World Energy Outlook 2013**. Edição online, nov. 2013. ISBN: 978 92 64 20130 9. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013.pdf>>. Acesso em: 21 Jan. 2016.

JOHNSON, B. **Barriers to certification for LEED registered projects**. 2005. 90 pages. Master of Science – Department of Construction Management, Colorado State University Fort Collins, Colorado, 2005.

KATS, G. **The Coast and Financial Benefits of Green Building**. A Report to California's Sustainable Building Task Force. 120 pages, 2003.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KUSAR, M. *et al.* **Selection of Efficient Retrofit Scenarios for Public Buildings**. In: 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, p.188, 1997.

LAMBERTS, R; *et al.* **Desempenho térmico de edificações**. CTC -LABEEE Florianópolis. 6º Edição. Universidade Federal de Santa Catarina, maio 2011.

LOADER, K. **Is local authority procurement 'lean': an exploration to determine if 'lean' can provide a useful explanation of practice**. Journal of Purchasing

andSupply Management, v.16, n. 1, p. 41-50, mar. 2010, Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1478409209000648>>. Acesso em: 24 set. 2015.

LUCUIK, M.; TRUSTY, W.; LARSSON, N.; CHARETTE, R. **Report: A business case for green guildings in Canada**. Morrison Hershfield, Canada, 2005.

MACEDO, L. V.; FREITAS, P. G. **Construindo Cidades Verdes: Manual de Políticas Públicas para Construções Sustentáveis**. 1ª edição. São Paulo: ICLEI-Brasil, 2011.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 13. ed. rev. atual. ampl. São Paulo: Malheiros, 2005.

MACHADO, V. de F. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável: de Estocolmo a Rio 92. 2005**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2005.

MARQUES, Flávia Miranda. **A importância da seleção dos materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício**. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – PROARQ/ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MATOS, Juliana Montenegro; PEDRINI, Aldomar; DE MELO TINÔCO, Marcelo Bezerra. **Uma Análise do RTQ-R Enquanto Ferramenta de Auxílio ao Projeto de Edifícios Residenciais Mais Sustentáveis**. MIX Sustentável, v. 1, n. 1, p. 169-172, 2015.

MATOS, Juliana Montenegro. **Qualificação de edifícios residenciais verticais em Natal/RN à luz do regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais (RTQ-R)**. 2012. 272 f. Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: RelumeDumará, 1992. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/55372947/McCORMICK-John-Rumo-ao-Paraiso-A-historia-dos-movimentos-ambientalistas#>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

MORI, F. K. **Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Área de Concentração Meio Ambiente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Março, 2012.

MOURA, Adriana Maria. **AS COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS E SUA EVOLUÇÃO NO BRASIL.** Ipea: Boletim regional, urbano e ambiental nº.7, jan. /jun. 2013.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro. **Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** Estudos avançados, v.26, n.74, p.51-64, 2012. ISSN 0103-4014.

NEVES, Leticia de Oliveira. **Arquitetura Bioclimática e a Obra de Severiano Porto: Estratégias de Ventilação Natural.** São Carlos, 2006. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo).

PBE EDIFICA. Procel Edifica e Programa Brasileiro de Etiquetagem. **O que é a etiqueta PBE Edifica?** Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em: fev. 2017.

PBE EDIFICA. Procel Edifica e Programa Brasileiro de Etiquetagem. **Sobre.** Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em: fev. 2017.

PICCOLI, Rossana; KERN, Andrea Parisi; GONZÁLEZ, Marco Aurélio; HIROTA Ercília Hitomi. **A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 69-79, jul./set. 2010.

PINHEIRO, Manuel Duarte. Ambiente e Construção Sustentável. **Instituto do Ambiente, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.** Amadora, 2006.

PODER JUDICIÁRIO DE ALAGOAS. **TJAL: Resolução nº 6 - Plano de obras do Tribunal de Justiça do Estado de Alagoas.** Caderno 1. Diário da Justiça, Alagoas, 14 de Junho de 2017.

PROCEL INFO. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Sobre o Procel.** Disponível em: <<http://www.eletobras.com/pci/main.asp?Team=%7B505FF883-A273-4C47-A14E-0055586F97FC%7D>>. Acesso em: fev. 2017a.

PROCEL INFO. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Edificações**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04%7D>>. Acesso em: Ago. 2017b.

RODRIGO, A.; CARDOSO, F. **Certificação ambiental de edifícios pelo processo AQUA e alterações no processo de gestão do empreendimento e no edifício**. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Canela RS, (s.n.), 2010.

SANTOS, Daniel Costa dos. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, out./dez. 2002. ISSN 1415-8876.

SANTOS, I. G.; SOUZA, R. V. G. **Revisão de regulamentações em eficiência energética: uma atualização das últimas décadas**. Revista Forum Patrimônio. UFMG, 2008. Disponível em: <http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/viewFile/35/31>. Acesso em: 18 mar. 2017.

SANTOS, Joaquim Pizzutti dos; RORIZ, Maurício. **Influência do ângulo de incidência nos ganhos de calor solar através de materiais transparentes**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.12 n.1, jan./mar 2012. ISSN 1678-8621. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S167886212012000100010>>. Acesso em: dia mês ano.

SCHREURS, M. A. **Breaking the impasse in the international climate negotiations: the potential of green technologies**. Energy Policy, v. 48, p. 5-12, set. 2012.

SERRADOR, M. **Sustentabilidade em arquitetura: referencias para projeto**. 2008. 268 F. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008.

SILVA, Christian Luiz da. **Desenvolvimento Sustentável: um conceito multidisciplinar**. In: SILVA, Christian Luiz da; MENDES, Judas Tadeu Grassi de. (Orgs.). Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar. 1ed. Petrópolis: Vozes, v. 1, p. 11-40, 2005.

SILVA, Marcela. **Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Documento Habitação mais Sustentável 5. Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável (UNICAMP). Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil**. 2001. In: Encontro Nacional, Encontro Latino Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1st.ANTAC. Canela, Rio Grande do Sul. 2001.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Revista Ambiente Construído - ANTAC, Porto Alegre, v. 3,n. 3,p 7-18, jul./set. 2003.

SILVA, V.G., **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. 2007. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan./mar. 2007. ISSN 1415-8876.

SILVA, Wesley. **Critérios de sustentabilidade para contratações obras na administração pública**. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

SILVA, W. P.; *et al.* **Compras públicas sustentáveis: o quadro jurídico brasileiro**. 2012. In: Simpósio de Engenharia de Produção, Anais. v. 19. Bauru, 2012.

SOUZA, A. D. S. **Ferramenta ASUS: proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBTool**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, 2008.

SOUZA, A. D. S.; SILVA, M. G.; SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício Sede do Tribunal de Contas da União no Espírito Santo: Discussão Preliminar sobre Metodologia para Avaliação na Etapa de Uso e Operação**. In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE

EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Campo Grande, 2007 p. 471 – 480.

SOUZA, Ana; D. S.; ALVAREZ, Cristina E.; BERNABÉ, Ana Carolina A.; FANTICELE, Fernando B.; SANTOS, Laila S.; BISSOLI, Márcia. **A ferramenta ASUS e seu processo de consolidação enquanto instrumento auxiliar para projetos de edificações alicerçados nos conceitos de sustentabilidade**. Entac, Canela/RS, 2010.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. **Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências**. Saúde e Sociedade v.15, n.1, p.84-95, jan-abr2006.

TECHNE. **Carimbo verde**. Revista Técnica. Editora Pini, São Paulo, edição 155, ano 18, Fevereiro, 2010, p.37.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. **Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS**. AmbienteConstruído, v. 12, n. 2, p. 10, 2012.

UFC Engenharia LTDA., **Orçamento do Fórum padrão de única Vara do Tribunal de Justiça de Alagoas**, dezembro de 2017.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT (UNCSD). **Sobre a Rio+20**. Disponível em: <[http://www.rio20.gov.br/sobre a rio mais 20](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20)>. Acesso em: 25 mar. 2017.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **Info sheet**. Página institucional. Disponível em: < <http://www.usgbc.org>>. Acesso em: 19 maio 2017.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação**. Ambiente & Sociedade – v. 7 n^o. 1, p.67-87, jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n1/23537.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE - VDI. **VDI 4707**. Lifts – Energy Efficiency. March 2009.

VILHENA, Juliana M. **Diretrizes para a sustentabilidade das edificações**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 2, n.2, maio 2007.

WEBPRESCRITIVO. **Serviço web de avaliação da ENCE**. Desenvolvedor: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE, Santa Catarina. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/s3e/webprescritivo>>. Acesso em: 24 maio 2017).