

# ANÁLISE DOS DOCUMENTOS REGULADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O CURRÍCULO DE ENGENHARIA

ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY REGULATORY DOCUMENTS AND THEIR CONTRIBUTION TO THE ENGINEERING CURRICULUM

Luis Mauro Neder Meneghelli<sup>1</sup>, Antonio Sales<sup>2</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p128-139.2022

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo a investigação da influência dos documentos reguladores de eficiência energética elegidos no currículo das escolas de engenharia. Foi realizada uma investigação qualitativa, descritiva e documental sobre os documentos reguladores de eficiência energética adotados no Brasil a fim de identificar os conhecimentos exigidos dos engenheiros no tocante ao tema eficiência energética nas habitações. Os resultados mostram a importância da preparação técnica e humanística do engenheiro no trato com o tema. Os estudos revelaram que os documentos analisados são importantes fontes para as instituições de ensino dos cursos de Engenharia para basear parte do seu currículo consoante ao tema eficiência energética.

**Palavras-chave:** referencial de eficiência energética; referencial de sustentabilidade; Ensino em Engenharia.

## ABSTRACT

This study aimed to investigate the influence of energy efficiency regulatory documents chosen in the curriculum of engineering schools. A qualitative, in descriptive, and documental investigation was carried out on the energy efficiency regulatory documents adopted in Brazil in order to identify the knowledge required of engineers regarding the topic of energy efficiency in housing. The results show the importance of technical and humanistic preparation of the engineer in dealing with the subject. The studies revealed that the analyzed documents are important sources for the educational institutions of engineering courses base part of their curriculum on the theme of energy efficiency.

**Keywords:** energy efficiency benchmark; sustainability benchmark; Engineering Education.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UNIDERP – Anhanguera (2021), engenheiro eletricitista e professor dos cursos de Engenharias Elétrica e Civil na UNIDERP; luis-mauro@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2010), professor (graduação e pós-graduação) na UEMS e UNIDERP - Anhanguera; profsales@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A eletricidade não é uma forma de energia encontrada livre na natureza, é uma energia secundária. Para obtê-la, é necessária a transformação de outras formas de energia já existentes, tais como gás natural, solar, eólica, hidráulica, nuclear entre outras. Estas são conhecidas como energia primária e são aproveitadas para a produção de energia secundária. Essas fontes, levando em conta o tempo demandado para a renovação, são classificadas em renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis são aquelas que a natureza não tem a capacidade de repô-las na velocidade em que são consumidas e podem acabar devido ao uso. Petróleo, gás natural, combustíveis radioativos são alguns exemplos. Já as fontes de energia renováveis são aquelas que a natureza consegue reciclá-las e disponibilizá-las em período relativamente pequeno: energia hidráulica, eólica, fotovoltaica entre outras. Entretanto, a geração e o uso da eletricidade implicam perdas, que podem ser de maior ou menor intensidade, e são inerentes aos equipamentos utilizados para a transformação; também provocam impactos sociais, ambientais além de econômicos e culturais (REIS; SANTOS, 2014).

A sociedade exige que o desenvolvimento seja sustentável e isso impõe que os impactos negativos no meio ambiente provocados por produtos e serviços sejam minorados. Isso também se aplica ao processo de geração de energia e “[...] para sobreviver será essencial encontrar soluções para os problemas sociais e ambientais, inerentes a todo e qualquer processo de transformação de energia primária em útil” (ROMÉRO; REIS, 2012, p. 10). Dessa forma, é importante que se tenha o comprometimento com as questões ambientais em toda a cadeia da energia elétrica (geração, transporte e consumo): desde o pequeno consumidor até as médias e grandes indústrias; os agentes financeiros bem como as esferas governamentais. É necessário produzir ações visando ao combate ao desperdício, valorização de métodos e sistemas de eficiência energética e de incentivo ao uso consciente de energia.

Deve-se incluir a realização de “[...] ações e os projetos voltados aos usos finais da eletricidade e à conservação de energia.” (REIS; SANTOS, 2014, p. 27).

O crescimento da geração no Brasil experimentou uma variação positiva de 7,71% entre os anos de 2015 e 2019, sendo que as fontes renováveis têm a participação de 83% da matriz elétrica brasileira enquanto as não-renováveis respondem por 17% (BRASIL, 2020). Essas fontes energéticas renováveis estão, principalmente, repartidas em hidráulica, eólica, biomassa e solar (fotovoltaica). Entende-se por matriz elétrica aqui a representação integrada e quantificada da geração, transporte e consumo da energia elétrica. Estão incluídas na definição de matriz todas as fontes primárias e secundárias, inclusive importação. As participações individualizadas no ano de 2020 estão demonstradas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Participação de fontes primárias na geração (2020)**

	Renovável (%)		Não renovável (%)
Hidráulica	63,8	Gás Natural	8,6
Biomassa	9,0	Derivados	1,4
Eólica	9,2	Carvão	1,9
Solar	1,7	Nuclear	2,3
Outras	2,2	outras	1,1

Fonte: BRASIL, 2021.

Percebe-se que, no Brasil, a principal fonte primária é a força das águas, seguida pela eólica (força dos ventos) e Biomassa (notadamente bagaço de cana-de-açúcar). O aproveitamento da energia solar como fonte de geração está em franca expansão (BRASIL, 2020). Segundo Reis e Santos (2014), tais fontes, mesmo sendo consideradas renováveis, trazem no bojo impactos ambientais: alagamento de terras férteis, aumento do nível de ruído e interferência eletromagnética, alteração na paisagem, perda do uso do espaço preenchido pelo sistema para outras finalidades entre outros.

Quanto ao consumo da energia elétrica, as residências e o comércio são responsáveis por cerca de 48,5% do total consumido no país, o

setor industrial por 35% e demais setores (rural, iluminação pública, serviços públicos etc.) fecham o total (BRASIL, 2021). Dessa forma, cabe destacar que o planejamento nos setores residencial, comercial e industrial permite uma ampla janela de oportunidade para economia de energia nas edificações, dada a sua forte participação no consumo. Para tanto, é importante que os empreendimentos valorizem a eficiência energética e os princípios da conservação de energia, a fim de otimizar o desempenho ambiental.

Existem, no âmbito mundial, Políticas Voluntárias de Certificação Ambiental e Eficiência Energética nos Edifícios, sejam novas construções ou em reformas das existentes. Essas políticas procuram concretizar as boas técnicas para os profissionais envolvidos. O presente trabalho tem como objetivo estudar três referenciais de eficiência energética já implantados no Brasil consoante à maximização da eficiência no uso da energia elétrica. Nesse estudo foram destacados os principais conhecimentos que devem ser dominados pelo profissional de engenharia/arquitetura que estão contidos nos referenciais elegidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi pautado pela metodologia qualitativa. Trata-se, portanto, de uma investigação qualitativa, descritiva e documental, envolvendo também um levantamento bibliográfico. As pesquisas documental e bibliográfica possuem semelhanças, porém guardam diferenças fundamentais. De acordo com Kripka, Scheller e Bonotto (2015), a pesquisa bibliográfica se limita ao que já se tornou público através de outro pesquisador. A pesquisa bibliográfica, portanto, é feita sobre os dados que sofreram tratamento de terceiros. Ao tratar mais especificamente da pesquisa bibliográfica, Henriques e Medeiros (2017) esclarecem que ela se desenvolve utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres; assim, consiste em trabalhar os achados das informações bibliográficas selecionadas (livros, dicionários, artigos científicos, documentos) que

contribuam para explicar o problema objeto da investigação.

Para Kripka; Scheller e Bonotto (2015), um documento é um instrumento escrito atestando “[...] tudo o que é vestígio do passado, tudo o que serve de testemunho [...]” (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015, p. 244). Nesse tipo de pesquisa, busca-se o fenômeno contido no documento que pode ser público ou privado. Assim:

A pesquisa documental consiste num intenso e amplo exame de diversos materiais que ainda não sofreram nenhum trabalho de análise, ou que podem ser reexaminados, buscando-se outras interpretações ou informações complementares, chamados de documentos (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015, p. 244).

Nesse entendimento, os referenciais que norteiam a maximização do uso eficiente da energia elétrica aqui estudados são considerados como documentos. Essas certificações foram baseadas em quesitos definidos em referenciais idealizados por *experts* das áreas técnica e ambiental. Empreendimentos imobiliários podem se candidatar a ser avaliados por essas certificações e, aqueles que cumprirem os critérios, passam a ser detentores do selo de qualidade. Tais empreendimentos passam a ser considerados edificações ambientalmente eficientes.

Neste artigo, foi limitado apenas aos referenciais voltados aos edifícios residenciais tendo em vista a maior abrangência do mercado. Dos que existem, foram escolhidos três que estão vigentes no Brasil. Para essa decisão, buscou-se amparo em Cesar (2011), pois são documentos que já estão adaptados à realidade da indústria da construção brasileira e, além disso, orientam as abordagens social, econômica e ambiental que a eficiência energética possibilita para as construções.

A sociedade mundial tem caminhado na direção de valorizar aqueles que demonstrem suas contribuições com a preservação do meio ambiente e penalizar os que trilham o caminho inverso. Isso também pesa sobre os profissionais da engenharia, sejam eles empresas ou pessoas. A questão que fica é:

como fazer? Para responder a essa dúvida, julgamos necessário definir quais os conhecimentos que devem ser dominados pelo engenheiro/arquiteto. Entendemos que tais conhecimentos estão contidos nos referenciais de eficiência energética elegidos que são elaborados por instituições de fomento e promotoras de índice de qualidade.

Sendo assim, foram realizadas as descrições das exigências relativas à eficiência energética para as habitações residenciais, nos documentos reguladores:

- i) Edifícios residenciais em construção AQUA-HQE™ certificado pela Fundação Vanzolini e Cerway – Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY, 2018);
- ii) Boas práticas para habitação mais sustentável – Selo Azul. Documento editado pela Caixa Econômica Federal – CAIXA (JOHN; PRADO, 2010);
- iii) Regulamento Técnico da Qualidade – RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais PROCEL Edifica – ELETROBRAS – Portaria 18 de 2012 (BRASIL, 2012).

## PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Esses programas começaram a surgir no final do século XX considerando as especificidades de cada país (cultura, clima, condições socioeconômicas, características das suas construções etc.). Desde o início, a ideia era criar uma espécie de selo que atestasse o *status quo* e a conseqüente agregação de valor da marca no mercado. A metodologia foi baseada em dividir os diversos temas atrelados à sustentabilidade em cinco grandes grupos: local, água, energia, matérias e qualidade do ambiente interior (ROMÉRO; REIS, 2012). Segundo esses autores, o Brasil adotou, após adaptações, o programa *Haute Qualité Environnementale* (HQE), originário da França. Esse programa foi tratado por professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em conjunto com técnicos da Fundação Vanzolini,

recebendo o nome de AQUA (Alta Qualidade Ambiental). Também recebeu acolhida no país o programa iniciado nos Estados Unidos, denominado *Leed LC*. Existem outros programas de certificação ambientais no mundo, entre os quais: *Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Breeam)* – Reino Unido; *Green Star* – Austrália; *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (Casbee) – Japão; *German Sustainable Building Council (DGNB)* – Alemanha (ROMÉRO; REIS 2012).

Alguns modelos de certificação (também conhecidos como referenciais) estão baseados em itens compostos de exigências técnicas. É uma espécie de regra, pois na medida em que são cumpridas, darão pontos (conferem maior valor) ao empreendimento avaliado. Outros modelos são classificados como quantitativo e envolvem a durabilidade dos materiais empregados. Esses referenciais são “[...] um instrumento eficaz para avaliação do desempenho ambiental das edificações e integração do desenvolvimento sustentável nos processos de construção, pois são utilizados como uma ferramenta de gestão [...]” (CESAR, 2011, p. 49). As certificações usadas no presente trabalho estão no primeiro modelo. A seguir estão detalhados os estudos.

### **Edifícios residenciais em construção AQUA-HQE™ certificado pela Fundação Vanzolini e Cerway – Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção**

A Fundação Vanzolini é uma instituição privada sem fins lucrativos, sua criação data de março de 1967 e é gerida e mantida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica de São Paulo (USP). Desde 2008, ela aplica no Brasil a certificação de qualidade ambiental que é baseada no modelo desenvolvido pela francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)* com reconhecimento internacional, fazendo parte da Rede Internacional de certificação HQE™ e tendo como órgão certificador a *Cerway*

(FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY, 2018).

O processo de certificação envolve questões ambientais e técnicas nas áreas da Engenharia e da Arquitetura e visa a certificar a obtenção de qualidade ambiental dos empreendimentos residenciais, comerciais ou públicos em construção ou em reforma. O programa lança mão de dois instrumentos a fim de fazer as medições: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que avalia o sistema de gestão ambiental, e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), focado no desempenho arquitetônico e técnico da construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY, 2018).

Ao tratar das habitações residenciais, o referencial AQUA se estrutura em quatro grupos que, por sua vez, englobam 14 categorias, dentre elas a categoria Energia.

Tendo em vista a proposição deste trabalho, os estudos foram desenvolvidos especificamente nessa categoria, pertencente ao grupo Energia e Economias. Nessa classe, o referencial prioriza o uso consciente e eficiente da energia por meio da concepção arquitetônica e da redução do consumo de energia primária. Sendo assim, são listadas exigências relacionadas com os sistemas: concepção térmica; condicionamento de ar, ventilação e exaustão; energia térmica solar e/ou painéis fotovoltaicos; produção de água quente; iluminação artificial; elevador; redução do consumo de energia dos demais equipamentos; controle do consumo de energia (FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY, 2018).

O Quadro 1 traz os critérios abordados em cada sistema desse referencial.

**Quadro 1 – Sistemas e critérios adotados no referencial AQUA-HQE™**

Sistemas	Crítérios
Concepção Térmica	Transmitância térmica da envoltória do edifício; Fontes de energia renovável, recuperação de energia ou de cogeração Instalações eficientes de resfriamento
Sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão	Equipamentos inseridos nas regras previstas no Programa Inmetro/PROCEL de etiquetagem de eficiência energética.
Energia térmica solar e/ou painéis fotovoltaicos	Estudo de viabilidade técnica e econômica para a implantação de uso de energias renováveis.
Desempenho do sistema para produção de água quente	Equipamentos inseridos nas regras previstas no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R publicação do INMETRO/PROCEL).
Iluminação artificial	Equipamentos em conformidade com Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Sistemas de desenergização automática. Plano de manutenção.
Elevador	Equipamento em conformidade com Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) Dimensionado de acordo com tráfego previsto

Redução do consumo de energia dos demais equipamentos	Bombas centrífugas em conformidade com Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Motores de indução trifásicos de alto rendimento ou, em conformidade com normativa específica do Inmetro.
Controle do consumo de energia.	Medição individualizada do consumo de água quente e calefação por unidade habitacional.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

### Boas práticas para habitação mais sustentável - Selo Casa Azul – Caixa

Com o objetivo de incentivar o uso racional dos recursos naturais em todas as fases de implantação do empreendimento, trazendo como consequência a preservação dos recursos naturais e melhoria de vida dos seres vivos, a redução dos custos da manutenção e a conscientização da comunidade de usuários para a construção sustentável, a Caixa Econômica Federal (CEF) adotou referencial de eficiência energética para fornecer o Selo Casa Azul para o empreendimento avaliado e aprovado.

O Selo Casa Azul Caixa é definido como “[...] um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais [...]” (JOHN; PRADO, 2010, p. 21), sendo os candidatos naturalmente elegíveis para a sua obtenção as Construtoras (privadas ou públicas), o Poder Público, Cooperativas Habitacionais, Associações e Entidades Representantes de Movimentos Sociais. A solicitação é de iniciativa do empreendedor e de livre adesão, porém o empreendimento deve ser financiado ou estar incluído nos programas de repasse governamental.

A instituição financeira Caixa Econômica Federal (CEF) é uma empresa pública criada em 1969, com foco em serviços de natureza social e com influência na construção de empreendimentos habitacionais, tendo em vista que entre os seus objetivos está a atuação como agente financeiro de habitação e a ação como “[...] principal órgão de execução da política

habitacional e de saneamento do Governo Federal, e operar como sociedade de crédito imobiliário para promover o acesso à moradia [...]” (BRASIL, 2013, p. 3). Essa instituição financeira<sup>3</sup> foi responsável, no primeiro trimestre de 2020, pela contratação de 66,5 mil unidades habitacionais, dentro do programa habitacional governamental “Minha Casa Minha Vida”, e de 9,7 mil contratos relativos a outras modalidades. Ainda, essa instituição responde por 69,1% do mercado de crédito imobiliário no Brasil. Tal participação evidencia a importância do programa de certificação para os *players* do mercado imobiliário.

O programa Selo Caixa Azul submete os empreendimentos à avaliação de critérios que discorrem sobre a viabilidade técnica e ao atendimento à sustentabilidade. Os preceitos estão ligados a seis temas (ou categorias): qualidade urbana; projeto e conforto; eficiência energética; conservação de recursos materiais; gestão da água; e práticas sociais (JOHN; PRADO, 2010).

Para este trabalho, os estudos foram desenvolvidos especificamente na categoria eficiência energética e conforto ambiental. Nessa categoria, os critérios usados para avaliação foram: lâmpadas de baixo consumo; dispositivos economizadores; aquecimento solar; aquecimento a gás; medição individualizada – gás; elevadores eficientes; eletrodomésticos eficientes; fontes alternativas de energia (TRIANA; PRADO; LAMBERTS, 2010).

O Quadro 2 apresenta os critérios abordados em cada sistema desse referencial.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://caixanoticias.caixa.gov.br/noticia/21605/caixa-continua-na-lideranca-do-credito-imobiliario>. Acesso em: 10 jul. 2020.

**Quadro 2 – Sistemas e critérios adotados no referencial Selo Azul Caixa**

Sistemas	Crítérios
Lâmpadas de baixo consumo	Uso de Lâmpadas Nível “A” de eficiência energética (Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE) Escolha das luminárias realizado pelos critérios técnicos.
Dispositivos economizadores	Uso de dispositivos economizadores na iluminação e demais sistemas.
Aquecimento solar	Observação das normas técnicas e ambientais. Sistemas coletivos centralizados, providos de reservatório principal para circuito primário e secundário Prever medições individuais de consumo.
Aquecimento a gás	Os equipamentos classificação Nível “A” para eficiência energética do programa de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE/Inmetro),
Medição individualizada – gás	A medição de gás deve ser individualizada e cumprimento das normas técnicas (municipais, estaduais, entre outras).
Elevadores Eficientes	Possuir sistema de controle eletrônico e inteligente do tráfego.
Eletrodomésticos eficientes	Portadores do Selo PROCEL ou ENCE Nível A de eficiência energética
Fontes alternativas de energia	Implantação de geração e/ou de conservação de energia elétrica a fim de suprir até 25% da previsão de consumo médio de energia mensal. Deve ser precedido de estudo para avaliação de custo-benefício.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

### **Regulamento Técnico da Qualidade – RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais PROCEL Edifica – ELETROBRAS – Portaria 18 de 2012**

Em 1985, o governo brasileiro, por meio da Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRAS), instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)<sup>4</sup>, visando ao uso eficiente da energia. Adotou-se como estratégia a conscientização da população sobre boas práticas e a facilitação do acesso às informações técnicas sobre máquinas, equipamentos e edificações. A intenção era trazer uma visão mais clara do conceito de conservação de energia e suas consequências.

Para materializar esse conceito, foi implantado o programa Selo PROCEL de Economia de Energia (Selo PROCEL), que

consiste em analisar e classificar equipamentos, eletrodomésticos. Tal tarefa coube ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) tendo como princípio o nível de eficiência energética. Nesse sentido, os equipamentos, após serem submetidos a ensaios normatizados, recebem uma espécie de classificação equivalente aos resultados alcançados, conhecido como Classificação Selo PROCEL (ou Etiquetagem PROCEL). Isso estimula o consumidor a exigir equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes (BRASIL, 2010).

Com o passar dos anos, novas áreas de atuação foram incorporadas para promover ações de eficiência energética em diversos segmentos da economia. Entre essas novas áreas está o programa específico de padrões de etiquetagem focado na construção civil (residencial, comercial e pública) denominado PBE Edifica. O objetivo foi incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>. Acesso: em 03 set. 2021.

naturais (água, luz, ventilação etc.), regulamentando e fixando critérios de eficiência energética para as edificações. O programa oferece, ainda, base teórica para a capacitação de profissionais, a promoção de novas tecnologias e disseminação de boas práticas, levando apoio a universidades brasileiras em pesquisas em conforto ambiental (BRASIL, 2010).

Importante frisar que o processo de etiquetagem para os edifícios habitacionais se difere daqueles usados para esse fim nos edifícios comerciais, de serviços e de atendimento ao poder público. Motivados pelo recorte do presente trabalho, o foco foi específico nos edifícios destinados ao uso residencial. Nesses empreendimentos, o programa se baseou no prescrito no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) do Programa Brasileiro de Edificações – PBE Edifica (BRASIL, 2012). O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade

e Tecnologia (INMETRO) implantou o RTQ-R através da portaria n° 449 de 26 de novembro de 2010, posteriormente revogada e substituída pela Portaria n° 18 de 16 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012).

O RTQ-R institui especificações de requisitos técnicos e métodos de classificações para a etiquetagem de eficiência energética dos empreendimentos habitacionais autônomos, unifamiliares, multifamiliares e de suas áreas de uso comum. São adotados níveis de “A” a “E”, conforme pontuação conquistada de acordo com o cumprimento dos critérios para avaliação do nível de eficiência energética exigidos. A avaliação é realizada nos sistemas (ou áreas) do empreendimento, a saber: envoltória do prédio; aquecimento de água (condomínio); sistemas exclusivos das unidades habitacionais; sistemas pertencentes às áreas comuns. O Quadro 3 apresenta os critérios abordados em cada sistema desse referencial:

**Quadro 3 – Sistemas e critérios adotados no referencial PROCEL - Edifica**

Sistemas	Crítérios
Desempenho Térmico da Envoltória (DTE) do edifício	Exigências observando limites para: a transmitância térmica, a capacidade térmica, a absortância solar, o percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação natural e a obrigatoriedade de ventilação cruzada.
Sistemas de Aquecimento de água	Tubulações condutoras e reservatórios de água quente em conformidade com normativas técnicas específicas e providos de isolamento térmico. Coletores solares instalados com observância da correta orientação azimutal e ao ângulo de inclinação. Equipamentos com nível de eficiência energética ENCE “A” ou “B”. Reservatórios dimensionados conforme normas específicas e satisfazer exigências PROCEL; Instalação deverá ser realizada com mão de obra qualificada (QUALISOL BRASIL ou QUALINSTAL GÁS.) Aquecedores a gás instalados em locais com ventilação e abrigados. Aquecedores (chuveiros, torneiras e hidromassagem) em conformidade com Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Aquecedor elétrico por acumulação (boiler) deve satisfazer a qualificação ENCE “A” ou “B”. Aquecimento com bombas de calor em conformidade com normas ASHRAE Standard 146, ASHRAE 13256 ou AHRI. Utilização de caldeiras com uso de combustíveis fósseis classificado como nível “E”



<p>Áreas de uso comum</p>	<p>Uso de motores assíncronos de alto rendimento ou atender o programa de Metas de Motores Trifásicos</p> <p>Uso de lâmpadas de alto rendimento e comandadas controles automáticos liga/desliga.</p> <p>As bombas centrífugas em conformidade com Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) bem como ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).</p> <p>Elevadores deve atentar para: tempo médio em standby, tempo médio em viagem, quantidade de unidades habitacionais na edificação e a frequência de uso de cada equipamento.</p> <p>A envoltória deve obedecer ao exigido para a envoltória do edifício principal.</p> <p>Equipamentos para sistema de ar-condicionado em conformidade com Selo PROCEL ou a classificação ENCE</p> <p>Demais equipamentos obedecer ao que está preceituado no Programa Brasileiro de Etiquetagem: ENCE; Selo PROCEL; ou Selo CONPET</p>
---------------------------	---

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Todas as certificações aqui investigadas mostraram ampla área de atuação, abrangendo o entorno e a edificação, incluindo a escolha do terreno, os projetos, implantação, a obra, os trabalhadores e os usuários. Ademais, incentivam o reaproveitamento de energia e expressam precaução com o uso de fontes de energia não renováveis.

## CONCLUSÃO

Os estudos desenvolvidos nos documentos reguladores de eficiência energética elegidos foram suficientes para constatar os requisitos técnicos e ambientais existentes, permitindo a identificação dos saberes que devem ser dominados pelos profissionais da engenharia e da arquitetura no tocante ao tema eficiência energética. Tais conhecimentos estão resumidos no Quadro 4 a seguir:

**Quadro 4 – Conhecimentos exigidos dos profissionais de engenharia/arquitetura**

Edifícios Residenciais em Construção AQUA-HQE™	Selo Casa Azul CAIXA	PROCEL Edifica (RTQ-R)
Luminotécnica	Luminotécnica	Luminotécnica
Ferramentas computacionais	Controle e automação de sistemas elétricos	Controle e automação de sistemas elétricos
Normativas de eficiência energética da Eletrobrás (ENCE, Selo PROCEL etc.)	Normativas de eficiência energética da ELETROBRAS (ENCE, PROCEL etc.)	Máquinas elétricas rotativas
Princípios de aquecimento de água com painéis solares	Normas brasileiras para instalações elétricas de média e de baixa tensão	Princípios básicos da termodinâmica

Reaproveitamento ou geração de energia (fotovoltaica, bombas de calor, madeira)	Geração por fonte fotovoltaica, por fonte eólica ou por biomassa	Normativas de eficiência energética da Eletrobras (ANCE, PROCEL etc.) e normas americanas ASHRAE e AHRI
Topografia	Princípios de administração e economia	Topografia
Máquinas elétricas rotativas e bombas centrífugas		
Princípios de administração e economia		

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Isso posto, foi possível entender a função básica desses saberes, ressaltando que existem aqueles que compartilham mais de uma função

sem, entretanto, haver exclusão de uma ou de outra. O Quadro 5 apresenta esses achados.

**Quadro 5 – Conhecimentos e suas funções conforme os documentos reguladores analisados**

Conhecimento	Função
Luminotécnica	Escolher do tipo de iluminação visando a eficiência energética em uma determinada aplicação
Conhecimento básicos em topografia	Entender princípios básicos de fixação de placas solares e fotovoltaicas (inclinação, orientação e azimute)
Máquinas elétricas rotativas e bombas centrífugas	Dimensionar motores de indução e bombas centrífugas para atender as necessidades do empreendimento
Ferramentas computacionais	Ser capaz de realizar cálculos com uso de ferramentas computacionais e modelagem matemática
Aquecimento de água (solar ou a gás)	Definir características técnicas de aquecimento de água por painéis solares ou para sistemas a gás
Reaproveitamento de energia	Decidir a viabilidade de reaproveitamento de energia
Fonte auxiliar de geração de energia (fotovoltaica, bombas de calor, biomassa)	Decidir o uso ou não de fontes auxiliares de energia e qual usar
Princípios de administração e economia	Realizar estudos econômicos para viabilidade de implantação de processos
Controle e automação de sistemas elétricos	Projetar, realizar e entender processos de programação de dispositivos economizadores de energia elétrica.
Princípios básicos da termodinâmica	Entender as leis básicas da termodinâmica e as implicações na distribuição de calor
Normativas de eficiência energética da Eletrobras (ANCE, PROCEL etc.) e normas americanas ASHRAE e AHRI	Familiarizar com as normativas de eficiência energética adotadas no Brasil
Normas brasileiras para instalações elétricas de média e de baixa tensão	Ser capaz de projetar, executar, dar manutenção, instalações elétricas de média e baixa tensão

Fonte: elaborado pelos autores (2021).



---

## DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



**Luis Mauro Neder Meneghelli** – Graduação em Engenharia Elétrica pela UFMT (1986), pós-graduação *latu sensu* em Gestão Empresarial Avançada (2010) e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (2021). Principais atuações: manutenção de equipamentos elétricos (locomotivas Diesel-Elétricas), projetos e execução na construção civil, docente na UNIDERP nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.



**Antonio Sales** – Graduação em Matemática pela Universidade Católica Dom Bosco (1982), mestrado em Educação pela UFMS (1996) e doutorado em Educação pela UFMS (2010). Atualmente é Docente Sênior da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e Docente da Universidade Anhanguera - UNIDERP. Tem experiência na área de Matemática (Probabilidade e Estatística, Estatística Aplicada, Modelagem Matemática), Formação de Professores envolvendo Ética Profissional e Concepções de Professores. É membro do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UNIDERP.