



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Camila Rodrigues França Lauterio

**Formação do Engenheiro de Energia para atuação em certificações de
desempenho energético de edificações: uma análise das competências
profissionais**

ARARANGUÁ

2026

Camila Rodrigues França Lauterio

Formação do Engenheiro de Energia para atuação em certificações de desempenho energético de edificações: uma análise das competências profissionais

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Energia do Centro e Ciências, Tecnologias e Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Energia.

Orientadora: Prof.(a) Elise Sommer Warzko, Dr.(a)
Coorientador: Eng. Israel Marques Tonelli

Araranguá

2026

Lauterio, Camila Rodrigues França

Formação do Engenheiro de Energia para atuação em certificações de desempenho energético de edificações: uma análise das competências profissionais / Camila Rodrigues França Lauterio ; orientador, Elise Sommer Warzko, coorientador, Israel Marques Tonelli, 2026.

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2026.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. Desempenho energético. 3. certificações ambientais. 4. engenharia de energia. I. Warzko, Elise Sommer. II. Tonelli, Israel Marques . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Energia. IV. Título.

Camila Rodrigues França Lauterio

Formação do Engenheiro de Energia para atuação em certificações de desempenho energético de edificações: uma análise das competências profissionais

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia de Energia, foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Elise Sommer Warzko, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Luciano Lopes Pfitscher, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Local Araranguá, 23 de junho de 2026.

Certificamos que essa é a versão original e final do trabalho que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro/a de Energia.

 Documento assinado digitalmente
Katia Cilene Rodrigues Madruga
Data: 03/07/2026 23:46:37-0300
CPF: ***.612.180-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dr.
Coordenadora do Curso

 Documento assinado digitalmente
Elise Sommer Watzko
Data: 03/07/2026 16:40:35-0300
CPF: ***.138.509-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Elise Sommer Watzko, Dra.

Orientadora

 Documento assinado digitalmente
Camila Rodrigues Franca Lauterio
Data: 03/07/2026 15:02:59-0300
CPF: ***.053.299-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Camila Rodrigues França Lauterio

Autora

Araranguá, 15 de junho de 2026.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é dedicado, em especial, ao meu marido e à minha filha. Ao meu marido, que nunca duvidou de mim, sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio e me incentivando a permanecer firme nessa jornada. À minha filha, que chegou em um momento inesperado, mas, graças a ela, o foco e determinação para continuar essa jornada só aumentou.

Agradeço também à minha professora, Elise, pelo apoio, orientação e confiança ao longo do desenvolvimento deste trabalho, contribuindo de forma essencial para a concretização dele. Ao Israel, engenheiro de energia, agradeço pela disponibilidade e pelas contribuições, que trouxeram uma visão prática, complementando perfeitamente este trabalho.

Por fim, agradeço aos meus pais, que, mesmo nos momentos mais difíceis, especialmente quando estive sozinha em Araranguá, se fizeram presentes para me apoiar, independente da decisão que tomasse.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa trajetória, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

O presente trabalho buscou analisar a atuação do engenheiro de energia no contexto do desempenho energético em edificações, com enfoque nas certificações ambientais e sistemas de etiquetagem. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as certificações LEED, AQUA-HQE e o programa Procel Edifica, visando compreender suas características e relação com o desempenho energético. Além da revisão bibliográfica, foram realizadas entrevistas com egressos do curso de Engenharia de Energia atuantes na área, buscando compreender suas percepções sobre formação acadêmica, mercado de trabalho e atuação profissional. Também foi desenvolvida uma análise das grades curriculares dos cursos de bacharelado em Engenharia de Energia existentes no Brasil, com foco nas disciplinas relacionadas ao desempenho energético e à eficiência energética. A partir das análises realizadas, observou-se que o engenheiro de energia possui potencial para atuar de forma integrada em projetos voltados ao desempenho energético, principalmente devido à sua formação multidisciplinar. Entretanto, foram identificadas diferenças entre as grades curriculares das universidades e uma presença ainda limitada de conteúdos diretamente relacionados às certificações ambientais e ao desempenho energético em edificações.

Palavras-chave: engenheiro de energia; certificações ambientais; desempenho energético.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the role of the energy engineer in the context of energy performance in buildings, focusing on environmental certifications and building labeling systems. For this purpose, a bibliographic review was carried out on the LEED and AQUA-HQE certifications, as well as the Procel Edifica program, aiming to understand their characteristics and relationship with energy performance. In addition to the bibliographic review, interviews were conducted with graduates of the Energy Engineering course who currently work in the field, seeking to understand their perceptions regarding academic education, labor market insertion, and professional performance. An analysis of the curricula of Energy Engineering undergraduate programs in Brazil was also developed, focusing on subjects related to energy performance and energy efficiency. Based on the analyses conducted, it was observed that the energy engineer has the potential to act in an integrated manner in projects related to energy performance, mainly due to the multidisciplinary nature of their academic background. However, differences were identified among university curricula, as well as a still limited presence of subjects directly related to environmental certifications and energy performance in buildings.

Keywords: Energy Engineering. Environmental certifications. Energy Performance

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos realizados por Engenheiros de Energia	20
Quadro 2: Trabalhos sobre certificações ambientais e etiquetagem	24
Quadro 3: Universidades da região Sul	34
Quadro 4: Universidades da região Sudeste	34
Quadro 5: Universidades da região Centro-Oeste.....	35
Quadro 6: Universidades da região Nordeste.....	35
Quadro 7: Disciplinas correlatas a desempenho energético.....	35
Quadro 8: Certificações	38
Quadro 9: Comparação entre as exigências das certificações, as competências previstas nas DCNs e a formação em Engenharia de Energia da UFSC	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQUA-HQE Alta qualidade Ambiental

DCNs Diretrizes Curriculares Nacionais

GBC *Green Building Council*

HQE *Haute Qualité Environnementale*

HVAC Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

IFBA Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

IFRN Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

kV quilovolt

LEED *Leadership in Energy and Environmental Design*

Mtoe Milhões de toneladas equivalentes de petróleo

Op Disciplina optativa

PBE Programa Brasileiro de Etiquetagem

Procel Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PUC Minas Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

UERGS Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

UFABC Universidade Federal do ABC

UFERSA Universidade Federal Rural do Semi-Árido

UFGD Universidade Federal da Grande Dourados

UFPE Universidade Federal de Pernambuco

UFPR Universidade Federal do Paraná

UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

Unb Universidade de Brasília

Unesp Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

UNIFEI Universidade Federal de Itajubá

Unipampa Universidade Federal do Pampa

Unisinos Universidade do Vale do Rio dos Sinos

USGBC *United States Green Building Council*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
1.1.1	Curso de Engenharia de Energia no Brasil	12
1.1.2	Certificações ambientais mais usadas no Brasil	13
1.1.3	Etiquetagem de eficiência energética no Brasil (Procel Edifica)	14
1.1.4	Integração entre certificações, etiquetagem e eficiência energética ...	15
1.1.5	Atuação do engenheiro de energia em edificações.....	16
1.1.6	Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia	17
1.1.7	Comparativos de trabalhos	18
1.2	OBJETIVO GERAL	28
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
2	METODOLOGIA	29
2.1	ANÁLISE DAS MATRIZES CURRICULARES DO CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA.....	29
2.2	AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA UM PROFISSIONAL ATUAR NAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS.....	30
2.3	ENTREVISTAS	30
2.3.1	Desenvolvimento do questionário.....	30
2.3.2	Contato com as empresas e possíveis entrevistados	31
2.3.3	Realização das entrevistas	32
2.3.4	Compilação dos dados obtidos	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
3.1	RESULTADO DA ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ETIQUETAGEM	33
3.2	CURSOS DE ENGENHARIA DE ENERGIA NO BRASIL	34
3.3	AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA UM PROFISSIONAL ATUAR NAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS.....	38
3.4	ENTREVISTAS	42
3.5	PAPEL DO ENGENHEIRO DE ENERGIA NO DESEMPENHO ENERGÉTICO.....	43

4	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	51

1 INTRODUÇÃO

A demanda energética mundial vem passando por mudanças ao longo dos anos, decorrentes de três principais fatores: meio ambiente, energia e economia global. A análise da matriz energética requer a consideração desses fatores, pois durante muitos anos o foco esteve nas fontes não renováveis, principalmente o petróleo (POUCHET et al., 2021). A partir da crise do petróleo no ano de 1973 (BALTAZAR, 2006), surgiu a necessidade de buscar alternativas para essa fonte de energia, o que tornou as energias renováveis mais relevantes naquele período. De acordo com Oliveira e Gomes (2018), observa-se uma transformação gradual na participação das fontes energéticas na matriz mundial. Um comparativo entre 1973 e 2016 demonstra essa mudança na composição da matriz energética mundial. Em 1973, fontes renováveis como energia hídrica, biocombustíveis, energia solar, energia eólica e energia oceânica representavam cerca de 4,6% de um total de 3.740 Mtoe (milhões de toneladas equivalentes de petróleo); já em 2016, essa proporção aumentou para 10,2% de um total de 5.257 Mtoe (OLIVEIRA; GOMES, 2018). E segundo dados da *International Energy Agency* (IEA, 2026), essa porcentagem já chega à 15% de um total de 15200 Mtoe em 2025, total mundial.

As mudanças observadas na matriz energética tornam necessária a adaptação das edificações, tanto para a incorporação de novas fontes de energia quanto para a melhoria de seu desempenho energético. No entanto, grande parte das edificações ainda é projetada segundo padrões que desconsideram o planejamento adequado para as condições climáticas locais, dificultando a adoção de estratégias voltadas à eficiência e ao desempenho energético (BALTAZAR, 2006). Essa falta de integração entre arquitetura e desempenho energético evidencia um problema recorrente nas edificações brasileiras. Dessa forma, abre-se um campo de atuação para os engenheiros de energia, uma vez que a necessidade de integrar aspectos elétricos e térmicos evidencia a importância desse profissional no setor de edificações.

Com os avanços dos estudos voltados ao desempenho energético e à sustentabilidade, profissionais como o engenheiro de energia, aliados a métodos de certificações ambientais, podem contribuir para edificações mais sustentáveis e economicamente eficientes, especialmente no que se refere ao desempenho energético e uso racional de energia. Compreender a função desse profissional traz

benefícios para as empresas que buscam se adequar às novas demandas do setor de construções sustentáveis e implementar soluções inovadoras voltadas à sustentabilidade e ao desempenho energético.

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.1 Curso de Engenharia de Energia no Brasil

Um ponto importante para compreender o processo de formação e atuação do engenheiro de energia no campo de desempenho energético é observar há quanto tempo este curso existe no Brasil em comparação a outros mais consolidados, como Engenharia Elétrica, por exemplo. Enquanto o primeiro curso de Engenharia de Energia foi criado no Brasil em 2003, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, o curso de Engenharia Elétrica já existia há aproximadamente 90 anos no país (SOCIEDADE MINEIRA DE ENGENHEIROS, 2020).

O curso de Engenharia de Energia foi implementado no Brasil há apenas 23 anos e oficialmente reconhecido e inserido na tabela de títulos profissionais do sistema CONFEA/CREA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia/Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) há apenas 10 anos, em 2016 (CONFEA, 2016) mostra o quão recente é esse profissional no mercado.

Após essa consolidação pelo CONFEA, o engenheiro de energia tem suas atribuições bem definidas. Assim, esse profissional pode atuar projetando, desenvolvendo e gerenciando sistemas de produção, transformação, transmissão e consumo de energia (CONFEA, 2016). Segundo as atribuições dispostas na Resolução nº1076/2016 do CONFEA (2016), o engenheiro de energia pode atuar na geração de energia elétrica, com ênfase em fontes renováveis. Além disso, pode atuar na eficiência energética, analisando e otimizando processos produtivos e edificações para reduzir desperdícios, diminuir custos operacionais e minimizar impactos ambientais.

O profissional também pode atuar na gestão de recursos, planejando o uso de matrizes energéticas, avaliando riscos e alinhando processos com práticas sustentáveis. Além disso, realiza estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para novos empreendimentos do setor energético e participa de projetos de redes de transmissão, distribuição e armazenamento de energia.

Dessa forma, observa-se que a Engenharia de Energia é um curso relativamente recente no Brasil quando comparado a outras engenharias já consolidadas. Apesar disso, a regulamentação de suas atribuições profissionais pelo sistema CONFEA/CREA permitiu uma definição mais clara dos campos de atuação desse profissional, abrangendo diferentes etapas dos sistemas energéticos, desde a geração até o consumo de energia. Nesse contexto, a formação multidisciplinar característica do curso amplia as possibilidades de inserção profissional do engenheiro de energia em diferentes setores do mercado, tornando relevante a análise de suas áreas de atuação e de suas contribuições em contextos específicos.

1.1.2 Certificações ambientais mais usadas no Brasil

Com a necessidade de se entender o quão sustentável poderia ser uma edificação, precisava-se de um meio comparativo, desse modo cientistas e agentes governamentais buscaram uma forma de se classificar construções já existentes e projetos futuros atrelando o sistema de certificações (USGBC, 2007). Em 1999, como sua primeira versão, foi elaborada a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) pela USGBC (Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos) (PARDINI, 2009), com a criação dessa certificação torna-se mais eficiente o método para elevar o nível de desempenho ambiental da edificação. E no ano de 2008 a certificação LEED chega ao Brasil, implementada pelo *Green Building Council Brasil*, esse sendo o braço brasileiro da USGBC (SILVA et al., 2019). Com a implementação dessa certificação, diversos aspectos positivos podem ser observados em diferentes setores como na saúde de pessoas e do ambiente, redução dos custos operacionais, melhorias da comercialização das edificações, potencialização da produtividade dos ocupantes e a ajuda na criação de uma comunidade mais sustentável (LEED NC, versão 2.2). Após a consolidação da certificação LEED, outras certificações foram surgindo e sendo adaptadas à realidade brasileira, como a AQUA-HQE.

A AQUA-HQE é uma certificação desenvolvida a partir da HQE (Alta Qualidade Ambiental), certificação francesa, aplicada no Brasil pela Fundação Vanzolini (HERZER; FERREIRA, 2017). Essa certificação também foi implementada em 2008 visando a sustentabilidade nas construções do Brasil, sendo adaptada da francesa para a realidade do país, levando em consideração o clima, a cultura, as

normas técnicas e a legislação local (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015). Para a obtenção dessa certificação são analisadas 14 categorias diferentes, tanto para empreendimentos em construção quanto empreendimentos já existentes. As categorias são: relação do edifício com seu entorno, escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos, canteiro de obras de baixo impacto ambiental, gestão - de energia, água e de resíduos de uso e operação do edifício -, manutenção (permanência do desempenho ambiental), conforto - higrotérmico, acústico, visual e olfativo -, qualidade sanitária - dos ambientes, do ar e da água (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015). Cada uma dessas categorias pode ser aplicada dentro de 3 níveis, base, boas práticas e melhores práticas de acordo com critérios estabelecidos nos referenciais técnicos para o tipo de empreendimento a ser certificado. E para obtenção dessa certificação é necessário ter pelo menos 3 categorias no nível melhores práticas, 4 categorias no nível boas práticas e 7 categorias no nível base (HERZER; FERREIRA, 2017).

1.1.3 Etiquetagem de eficiência energética no Brasil (Procel Edifica)

Anteriormente à implementação de certificações ambientais internacionais, como a LEED e a AQUA-HQE, já se observavam iniciativas relacionadas à eficiência energética no país. Um projeto voltado, inicialmente, para a área automotiva, foi criado em 1984 no Brasil (INMETRO, 2010). O Inmetro inicia uma discussão com a sociedade sobre as questões de eficiência energética, essas discussões promoveram o debate sobre a racionalização do uso das diversas fontes de energia do país (NASCIMENTO et al., 2018). Ao longo dos anos, esse programa ampliou sua relevância passando a ser denominado como PBE, Programa Brasileiro de Etiquetagem, atuando principalmente em produtos consumidores de energia elétrica (DIAS; SILVA, 2010).

Com a parceria estabelecida com a Eletrobrás, o projeto do Inmetro passa por um processo de consolidação com a implementação do programa Procel. Esse programa foi criado em dezembro de 1985 pelo ministério de Minas e Energia (NASCIMENTO et al., 2018), já em 1991, o programa tornou-se uma iniciativa governamental, ampliando suas atribuições e responsabilidades.

Com a implementação do programa Procel, após uma análise da possibilidade de uma economia energética superior a 50% com a utilização de

tecnologias energéticas mais eficientes, inicia então uma análise do programa principal para a reavaliação dos seus principais focos. Posteriormente a essa avaliação, ocorre a criação de um subprograma, o Procel Edifica, voltado principalmente a Eficiência Energética das Edificações alinhado ao conforto térmico (BERTOLETTI, 2011).

Com a criação desse subprograma, as edificações que atendem os pré-requisitos gerais do regulamento técnico de qualidade (INMETRO, 2010), aplicável a edificações com área útil mínima de 500m² e uma tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, são contemplados na avaliação. Dividida em três partes: edifícios condicionados, parcialmente condicionados ou não-condicionados. Após a verificação da elegibilidade do edifício, é determinado o nível de desempenho do edifício, os níveis variam de A até E, mais eficiente e menos eficiente respectivamente (BERTOLETTI, 2011). Essa análise de desempenho é realizada em três categorias com pesos diferentes, 30% para envoltória, 30% para sistemas de iluminação e 40% para condicionamento de ar (DIAS; SILVA, 2010). Essas classificações podem ser obtidas por dois métodos: o prescritivo ou via computacional.

1.1.4 Integração entre certificações, etiquetagem e eficiência energética

Embora a sustentabilidade seja um elemento comum às certificações ambientais e aos sistemas de etiquetagem, ambas a abordam por meio de metodologias, critérios e enfoques distintos. Enquanto certificações, como a LEED e AQUA-HQE, abordam a sustentabilidade de forma mais ampla, envolvendo aspectos de conforto, gestão de recursos e impacto ambiental, o Procel Edifica atua de forma mais específica na avaliação do desempenho energético das edificações. Assim, a integração entre certificações e etiquetagem apresenta resultados mais satisfatórios em termos de conforto térmico e eficiência energética, do que quando implementadas isoladamente.

De acordo com Bertoletti (2011), a eficiência energética é um ponto comum entre os diferentes sistemas de certificações, embora cada um tenha seu próprio método de avaliação. Na certificação LEED, os critérios relacionados à categoria *Energy & Atmosphere* relacionam o uso racional da energia ao desempenho dos sistemas térmicos e elétricos. Entretanto, no caso da certificação AQUA-HQE, tanto

para o projeto quanto para a operação da edificação a avaliação da gestão da energia é uma de suas principais categorias (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015). Agora considerando o programa do Procel Edifica, sua abordagem é mais direta, determinando o nível de eficiência do edifício por meio da Etiquetagem Nacional de Conservação de Energia, sendo feita a análise da envoltória, iluminação e condicionamento de ar (DIAS; SILVA, 2010).

Essa integração entre certificações e etiquetagem pode ser observada em estudos comparativos. Um estudo comparativo como o de Bertolletti (2011), faz a análise de edifícios certificados pelo LEED e etiquetados pelo Procel Edifica, esse estudo aponta que mesmo que ambos os métodos sejam distintos, convergem para o mesmo objetivo: a melhoria do desempenho energético. Mostra como o LEED com sua abordagem mais abrangente, fornece diretrizes gerais para práticas sustentáveis, já o Procel Edifica tem critérios que detalham mais a eficiência energética, permitindo uma avaliação mais precisa do consumo. Quando são aplicados em conjunto, esses sistemas podem oferecer uma visão mais completa sobre o comportamento energético do edifício (FEITOSA, 2022).

Além disso, a integração entre etiquetagem e certificações reflete diretamente no conforto térmico. Enquanto o Procel Edifica considera diretamente o desempenho da envoltória, sendo um fator fundamental para a manutenção de temperaturas adequadas dentro da edificação (NASCIMENTO et al., 2018), a certificação AQUA-HQE possui categorias específicas voltadas ao conforto higrotérmico. Desse modo, eficiência energética, conforto térmico e sustentabilidade se conectam, apresentando como essas ferramentas atuam melhor de forma conjunta do que apenas isoladas.

1.1.5 Atuação do engenheiro de energia em edificações

A cada ano, a demanda por construções energeticamente eficientes, confortáveis e alinhadas às diretrizes de sustentabilidade vem crescendo. Junto a esse crescimento a atuação do engenheiro de energia vem ganhando mais relevância no setor de edificações. Essa relevância vem atrelada aos conhecimentos multidisciplinares desse profissional como, por exemplo, eficiência energética, análise de envoltória, sistemas prediais, energias renováveis, conforto termo-higrométrico e avaliação de desempenho (TEIXEIRA, 2023). Alguns fatores como o

avanço das certificações ambientais, a consolidação da etiquetagem de edificações e a ampliação das exigências normativas, ampliaram o mercado de atuação do engenheiro de energia.

Segundo Teixeira (2023), a formação do Engenheiro de Energia engloba competências tanto técnicas quanto analíticas, permitindo que esse profissional atue desde o planejamento até a operação de edificações, realizando diagnósticos energéticos, propondo soluções eficientes e avaliando tecnologias de geração e uso racional de energia. Considerando esses conhecimentos, este profissional pode atuar de forma ativa em diversos processos, entre eles estão a modelagem energética, simulação de desempenho, dimensionamento de sistemas HVAC, análise de iluminação natural e artificial, além da integração de fontes renováveis ao ambiente construído.

De acordo com Feitosa (2022), as certificações ampliam a necessidade de profissionais capacitados para interpretar critérios técnicos, realizar medições em campo, verificar conformidade e propor melhorias que reduzam os custos operacionais e aumentem o desempenho energético de edificações residenciais e comerciais. A atuação do engenheiro de energia, relacionada a este contexto está diretamente ligada à implementação e adequação de edificações aos requisitos de programas como o Procel Edifica. Esse profissional também está qualificado para entender e aplicar as normas de desempenho e as certificações ambientais como as citadas no tópico 1.1.2.

Quando se trata de edificações novas, esse profissional pode atuar desde a fase de concepção arquitetônica, contribuindo para decisões como local adequado para os painéis fotovoltaicos de acordo com a orientação solar, materiais envoltórios e estratégias de ventilação natural. Esses sendo fatores essenciais para o conforto térmico e a diminuição da carga térmica de sistemas mecânicos.

De forma geral, a união entre eficiência energética, etiquetagem e certificações aumenta o leque de exigências e habilidades necessárias, tornando assim, a atuação do Engenheiro de Energia uma parte importante para a transição de edificações convencionais para mais sustentáveis e alinhadas às demandas atuais de redução do impacto ambiental.

1.1.6 Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia no Brasil são atualmente regulamentadas pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Essa resolução substituiu as diretrizes anteriores e passou a enfatizar uma formação baseada no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes necessárias para a atuação profissional do engenheiro (BRASIL, 2019).

O modelo anterior, apresentava foco nos conteúdos a serem ministrados. As novas DCNs priorizam a formação de profissionais capazes de resolver problemas complexos, atuar de forma multidisciplinar, considerar aspectos ambientais, econômicos e sociais, além de desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis (BRASIL, 2019).

Entre as competências previstas pela resolução, destacam-se a capacidade de conceber e analisar sistemas, processos e produtos, avaliar impactos ambientais, trabalhar em equipes multidisciplinares, comunicar-se adequadamente e utilizar ferramentas técnicas necessárias ao exercício da engenharia. Essas competências apresentam relação direta com diversas áreas de atuação do engenheiro de energia, especialmente aquelas relacionadas à eficiência energética, sustentabilidade e desempenho energético de edificações.

Dessa forma, as DCNs fornecem uma base importante para avaliar se a formação oferecida pelos cursos de Engenharia de Energia está alinhada às competências exigidas para atuação em áreas como certificações ambientais, etiquetagem energética e análise de desempenho energético de edificações.

1.1.7 Comparativos de trabalhos

Durante as buscas de trabalhos para realização desse TCC, houve-se a compilação dos trabalhos encontrados em dois Quadros. O Quadro 1 apresenta os trabalhos de Conclusão de Curso realizados por graduandos de Engenharia de Energia da UFSC Araranguá com a finalidade de ilustrar o perfil dos profissionais. No segundo quadro, foram compilados os trabalhos de Conclusão de Curso, dissertações, relatório informativa do *Green Building* e Artigos científicos, cuja relevância e autoridade para os temas, certificações ambientais e etiquetagem, os apresentavam como primeiros na base de dados.

Para a identificação do perfil do graduando de Engenharia de Energia, foi realizada uma consulta ao repositório institucional da UFSC, considerando os TCCs

publicados entre os anos de 2020 e 2025. Foram analisados os títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos disponíveis, buscando identificar estudos relacionados à temática da eficiência energética, bem como à aplicação de certificações ambientais e sistemas de etiquetagem energética. Ao todo, no período de 2020 a 2025 foram publicados 124 trabalhos, dos quais foram selecionados os com maior aderência ao tema desta pesquisa, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Trabalhos realizados por Engenheiros de Energia

Ano	Local	Título	Certificação usada	Qual o foco do trabalho	Área de conhecimento
2020	Araranguá	Análise do Comportamento Termoenergético de uma Edificação Residencial Multifamiliar (PEDROSO, 2020)	BREEAM, AQUA-HQE, LEED, PBE-Edifica	Analisar o comportamento termoenergético de uma edificação residencial multifamiliar por meio de simulações computacionais, avaliando o impacto da aplicação de estratégias de eficiência energética no consumo de energia e no desempenho térmico da edificação.	Eficiência energética em edificações, desempenho termoenergética e simulação computacional de edificações utilizando o software <i>DesignBuilder</i>
2019	Araranguá	Implementação de Contratos de Desempenho Energético em Projetos de Eficiência Energética no Setor Público (COUTO, 2019)	PBE-Edifica	Analisar o programa de eficiência energética da ANEEL, seus procedimentos de avaliação medição e verificação de resultados, além de apresentar um estudo de caso aplicado às instalações da ANEEL	Eficiência energética, avaliação de projetos de eficiência energética e políticas públicas do setor elétrico

2022	Araranguá	Eficiência Energética: estudo de caso para economia de energia elétrica em uma empresa do ramo cervejeiro (PEREIRA, 2022)	Não aborda	Analisar os consumos de energia elétrica de uma empresa do ramo cervejeiro para buscar alternativas de custo-benefício e possibilitar a redução do consumo de recursos e o valor das despesas mensais com energia elétrica	Eficiência Energética; gestão de energia; engenharia elétrica; sustentabilidade industrial; processos industriais; produção cervejeira
2021	Araranguá	Avaliação multicritério para certificação LEED preliminar de uma planta piloto bioclimática (SARTORATO, 2021)	LEED, Casa azul, AQUA-HQE, Procel-Edifica, BREEAM	Realizar uma avaliação multicritério da planta bioclimática situada no campus Araranguá da UFSC frente ao critério de certificação LEED, verificando o desempenho atual e propondo cenários possíveis de melhoria de pontuação	Análise técnica de uma edificação
2024	Araranguá	Eficiência Energética: Avaliação e Proposição de melhorias em uma panificadora (VIEIRA, 2024)	Não aborda	Avaliação da gestão e do consumo de energia elétrica em uma panificadora, com o objetivo de identificar desperdícios energéticos e propor melhorias técnicas e gerenciais que reduzam o consumo e os custos operacionais	Eficiência energética; gestão de energia; engenharia elétrica; sistemas fotovoltaicos; Análise tarifária de energia; sustentabilidade no setor energético
2024	Araranguá	Desempenho Térmico e Eficiência Energética	Não aborda	Revisão das estratégias mais usadas de	Eficiência energética e sustentabilidade;

		em Edificações Residenciais: Análise de Soluções Passivas em Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre (RAMOS, 2024)		condicionamento passivo, conforme apresentadas na literatura para as cidades de Florianópolis, Porto Alegre e Curitiba, capitais da região sul do Brasil, levando em consideração as nuances climáticas e as características específicas do consumo elétrico.	arquitetura bioclimática
2023	Araranguá	Eficiência Energética em Edificações: Avaliação de Diretrizes para o Município de Araranguá (GABRIEL, 2023)	Não aborda	Avaliar diretrizes orientadas para eficiência energética em edificações residenciais unifamiliares, para o município de Araranguá	Eficiência energética; conforto térmico em edificações; arquitetura bioclimáticas

Fonte: Autoria própria

Os trabalhos apresentados no Quadro 1 evidenciam a diversidade de áreas de atuação contempladas durante a formação do engenheiro de energia. Entretanto, a análise dos trabalhos publicados no período demonstra que a temática de eficiência energética ainda possui participação reduzida na produção acadêmica do curso. Dos 124 trabalhos publicados no repositório institucional, apenas 7 abordaram temas relacionados à eficiência energética e, dentre estes, somente 3 trataram especificamente de certificações ambientais ou sistemas de etiquetagem energética.

Dessa forma, esses resultados indicam que, embora a área esteja relacionada às competências do engenheiro de energia, ainda existe espaço para o desenvolvimento de pesquisas voltadas à integração entre eficiência energética, certificações ambientais e desempenho energético de edificações.

Para entendimento e comparação das certificações LEED, AQUA-HQE e Procel Edifica, juntamente à compreensão do desempenho energético, foram utilizados trabalhos relacionados ao tema, compilados no Quadro 2.

Quadro 2: Trabalhos sobre certificações ambientais e etiquetagem

Ano	Local	Título	Certificação usadas	Foco do trabalho	Formação do autor	Restrição ou exigência?	Tipo de Edifício
2006	Hospital Bruno Born, Lajeado, Rio Grande do Sul	Redução da demanda de energia elétrica utilizando parâmetros construtivos visando ao conforto térmico (BALTAZAR, 2006)	Nenhuma, o estudo é em cima de características de conforto térmico, como pintura e espessura da parede	Minimizar o consumo de energia elétrica no sistema de ar condicionado e atender a todos os requisitos de conforto e assepsia de treze quartos de internação do estabelecimento hospitalar, de acordo com os índices de temperatura especificados na NBR-6401	Engenharia Elétrica	Valor de investimento inicial elevado. Valendo apenas as alterações caso já se necessita de reformas	Hospital
2011	Belém, Brasília e São Paulo	Comparação do desempenho energético de edifícios comerciais de referência usando as certificações LEED e Procel Edifica (BERTOLETTI, 2011)	LEED, PROCEL-EDIFICA e AQUA	Comparar, segundo dois sistemas, quais níveis de desempenho caracterizam do ponto de vista energético, um edifício comercial de referência, em três cidades brasileiras	Engenharia Mecânica	nenhuma apresentada	Edifício comercial com 20 pavimentos de 40m de comprimento e 30 de largura

2010	Curitiba	Estudo de viabilidade da aplicação do programa Procel Edifica em edifícios comerciais já existentes: estudo de caso em edifício comercial de Curitiba (DIAS; SILVA, 2010)	Procel edifica	Divulgar o programa PROCEL Edifica que é relativamente recente, como proposta da própria ANEEL e avaliar que tipo de melhoria pode ser feita para adequar o edifício aos conceitos de eficiência energética discutidos no programa	Engenharia Elétrica	Autorização por parte da administração do prédio, para se dar início aos estudos in loco. Demandando mais tempo que o previsto e por consequência atraso na entrega do trabalho	Edifícios comerciais já existentes
2022	Teresina	Certificações ambientais e arquitetura sustentável para eficiência energética em residências (FEITOSA, 2022)	BREEAM (certificação reino unido), HQE, SBTool, PBQP-H, LEED, Procel edifica, Processo AQUA e Casa Azul	Analisar como sistemas de certificação ambiental influenciam o desempenho energético em edificações residenciais. Relaciona certificações e prática de projetos sustentável com a redução do consumo de energia elétrica em residências	Engenharia Ambiental	nenhuma apresentada	Edifícios residenciais

2009	EUA	<i>Green buildings by the Numbers (GREEN BUILDING FACTS, 2009)</i>	LEED	Apresentar por meio de dados e estatística, o crescimento das construções sustentáveis e da certificação LEED	Não identificado	nenhuma apresentada	Nenhuma apresentada
2016	São Paulo	Construções sustentáveis no Brasil: um panorama referente às certificações ambientais para edificações LEED e AQUA-HQE (HERZER; FERREIRA, 2016)	LEED e AQUA-HQE	Apresentar o cenário das certificações ambientais mais utilizadas no Brasil, analisando dados quantitativos e qualitativos	Ciências Biológicas	Dados disponíveis do site da Fundação Vanzolini eram insuficientes, necessidade de solicitar um documento adicional diretamente à instituição. Além de ressaltar uma limitação no crescimento das certificações por altos custos iniciais e crise econômica a partir de 2014	Análise de forma quantitativa e qualitativa as certificações em edificações como um todo
2013	Espírito Santo do pinhal	Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED e AQUA (MORAES et al., 2013)	LEED e AQUA	Comparar as metodologias, categorias avaliadas, processos e características das certificações LEED e AQUA, analisando como cada uma estrutura seus critérios de sustentabilidade para a construção civil	Engenharia Civil	nenhuma apresentada	Análise de forma ampla as certificações nos diferentes edifícios

Fonte: Autoria Própria

É importante salientar que o trabalho de Baltazar (2006) aborda as questões de desempenho energético e conforto térmico sem considerar as certificações, trabalhando com foco no condicionamento de ar dos quartos hospitalares. Os outros trabalhos, com exceção do relatório informativo do *Green Building*, abordam as certificações ambientais e energéticas, seja de modo comparativo ou isolado como no trabalho de Dias e Silva (2010). A escolha desses trabalhos teve como intuito proporcionar uma melhor compreensão das certificações e possibilitar a comparação entre elas. O trabalho de Bertolli (2011) é importante, pois mostra como, a depender da cidade, a melhor certificação ambiental e energética pode vir a variar. Ele considera o mesmo tipo de edifício, para as mesmas certificações em três cidades diferentes, e os resultados para cada uma dessas certificações variam a depender de fatores relacionados à localidade.

O trabalho de Feitosa (2022) traz um ponto de vista diferente dos trabalhos apresentados anteriormente. Nesse contexto, o estudo é voltado às residências enquanto os anteriores abordavam edifícios comerciais. Observa-se, assim, que a maior parte dos estudos analisados está voltada para edifícios comerciais, enquanto as pesquisas relacionadas ao setor residencial aparecem em menor quantidade. Além disso, os trabalhos demonstram que fatores como a localização de edificações podem influenciar significativamente os resultados obtidos pelas certificações, indicando que a escolha da certificação mais adequada depende das características específicas de cada projeto e do intuito da certificação no projeto.

Por fim, a leitura de todos estes trabalhos, possibilitou um entendimento melhor sobre a atuação do engenheiro de energia e as certificações ambientais e energéticas. Observa-se que os trabalhos mais relevantes sobre a área de certificações são voltados predominantemente para outras áreas da engenharia, como a civil e a elétrica. Esse cenário evidencia uma oportunidade para a produção de trabalhos na área de Engenharia de Energia voltados à análise, aplicação e comparação das certificações ambientais e energéticas.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar como a formação do engenheiro de energia contribui para sua atuação na avaliação e otimização do desempenho energético de edificações, considerando a interface com certificações, legislações e normas de sustentabilidade vigentes.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma análise comparativa qualitativa das principais certificações ambientais aplicáveis às edificações no Brasil, com foco nas certificações LEED, AQUA-HQE e Procel Edifica.
- Analisar as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Energia, com foco na formação voltada ao desempenho energético de edificações.
- Avaliar a atuação do engenheiro de energia no atendimento aos critérios de desempenho energético estabelecidos pelas certificações ambientais e programa de etiquetagem aplicáveis às edificações.
- Discutir os desafios e as oportunidades da atuação do Engenheiro de Energia em projetos de edificações sustentáveis, considerando aspectos relacionados ao desempenho energético.

2 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, bem como as etapas utilizadas para a obtenção e análise dos resultados. São descritos os métodos de coleta de dados, os critérios de seleção das informações e as estratégias empregadas para atender aos objetivos propostos neste trabalho.

2.1 ANÁLISE DAS MATRIZES CURRICULARES DO CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA

Para compreender como os temas relacionados ao desempenho energético são abordados na formação do engenheiro de energia, foi realizada uma análise das matrizes curriculares dos cursos de bacharelado em Engenharia de Energia existentes no Brasil. Foram considerados apenas cursos com a denominação "Engenharia de Energia", excluindo cursos tecnológicos e graduações com outras nomenclaturas, como Engenharia de Energias Renováveis.

A identificação das universidades foi realizada por meio de consultas aos sites institucionais das instituições de ensino superior e a documentos públicos disponibilizados pelas próprias universidades. Após a identificação dos cursos, foram consultadas as matrizes curriculares mais recentes disponíveis para acesso público.

A partir dessas matrizes curriculares, buscou-se identificar disciplinas relacionadas ao desempenho energético de edificações, eficiência energética, conforto ambiental, certificações ambientais, etiquetagem de edificações e demais conteúdos correlacionados ao tema da pesquisa. Quando disponíveis, também foram consultadas as ementas das disciplinas para auxiliar na identificação dos conteúdos abordados.

As informações obtidas foram organizadas em quadros comparativas, permitindo analisar a distribuição dessas disciplinas entre as diferentes instituições e identificar possíveis relações entre a formação oferecida pelos cursos e a atuação do engenheiro de energia no setor de desempenho energético.

2.2 AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA UM PROFISSIONAL ATUAR NAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS

Para avaliar as competências e ferramentas necessárias para a atuação profissional em certificações ambientais e desempenho energético de edificações, foram utilizadas como base as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, estabelecidas pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. As DCNs propõem uma formação baseada no desenvolvimento de competências técnicas, analíticas e multidisciplinares, alinhadas às demandas do mercado de trabalho e à resolução de problemas complexos (BRASIL, 2019).

A partir desse referencial, foi realizada uma análise comparativa entre os conhecimentos identificados na revisão bibliográfica, as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Energia e as informações obtidas nas entrevistas com profissionais formados na área. Buscou-se identificar quais competências relacionadas ao desempenho energético, eficiência energética, certificações ambientais, análise de sistemas energéticos e integração entre diferentes áreas do conhecimento são abordadas durante a formação acadêmica.

As informações obtidas a partir da revisão bibliográfica, das matrizes curriculares e das entrevistas foram utilizadas para avaliar a relação entre a formação do engenheiro de energia e as competências necessárias para atuação em certificações ambientais e energéticas.

2.3 ENTREVISTAS

Com o objetivo de compreender melhor o papel do Engenheiro de Energia no contexto de desempenho energético, foi desenvolvida e implementada a realização de entrevistas com Engenheiros de Energia já formados. O processo de entrevistas foi dividido em quatro etapas: desenvolvimento do questionário; contato com as empresas e possíveis entrevistados; realização das entrevistas; e compilação dos dados obtidos.

2.3.1 Desenvolvimento do questionário

O questionário foi dividido em três partes principais: caracterização do entrevistado; compreender a função e área de atuação dentro da empresa; e análise da percepção de engenheiros de energia já formados sobre o panorama do mercado de trabalho para os novos profissionais que pretendem atuar na área de desempenho energético. A escolha dessa divisão foi realizada em conjunto a orientadora do TCC, com o objetivo de abordar de forma mais adequada os tópicos necessários para a compreensão da atuação desse profissional na área de desempenho energético. Após a aprovação da professora orientadora em relação às questões abordadas no questionário (Apêndice A), iniciou-se a segunda etapa da pesquisa, correspondente ao contato com os possíveis entrevistados.

2.3.2 Contato com as empresas e possíveis entrevistados

A identificação dos participantes da pesquisa foi realizada por meio de três estratégias principais: pesquisas em mecanismos de busca, consulta ao diretório de membros da GBC Brasil e análise da rede profissional LinkedIn. O objetivo dessas etapas foi localizar empresas e profissionais com potencial atuação nas áreas de desempenho energético, eficiência energética e certificações ambientais.

Inicialmente, foram pesquisadas empresas relacionadas ao setor de desempenho energético, priorizando organizações com possibilidade de atuação de engenheiros de energia. Paralelamente, foi utilizada a plataforma da GBC Brasil, organização responsável pela disseminação da certificação LEED no país, por meio de seu diretório de membros, permitindo a identificação de empresas associadas ao setor. Também foram realizadas buscas no LinkedIn para localizar engenheiros de energia formados e atuantes em áreas relacionadas ao objeto da pesquisa.

Após a identificação dos possíveis participantes, foram realizados contatos por e-mail, telefone ou outros meios de comunicação disponíveis, com o objetivo de apresentar a pesquisa e convidá-los para participação nas entrevistas. Ao todo, foram contatadas 45 empresas e 15 profissionais individuais. Parte das empresas informou não possuir engenheiros de energia em seu quadro profissional, enquanto outras não responderam às tentativas de contato. Entre os profissionais contatados individualmente, as principais justificativas para a não participação foram a indisponibilidade de tempo e a não atuação no setor de desempenho energético.

Dessa forma, a amostra final da pesquisa foi composta pelos profissionais que atenderam aos critérios estabelecidos e aceitaram participar das entrevistas.

2.3.3 Realização das entrevistas

As entrevistas foram realizadas com quatro participantes, sendo três de forma online, e uma de forma presencial. Os participantes estavam vinculados a duas empresas que aceitaram colaborar com a pesquisa, sendo estas as únicas organizações que disponibilizaram profissionais para participação nas entrevistas. Além disso, uma das empresas informou que outro engenheiro de energia estava de férias no período de realização da pesquisa e, por esse motivo, não pôde participar da entrevista.

As entrevistas online ocorreram com três profissionais, distribuídas em dois dias distintos, de modo a conciliar com a disponibilidade dos entrevistados. A entrevista presencial ocorreu nas dependências da empresa em que o profissional atuava, na sala de reuniões da instituição na cidade de Blumenau.

As perguntas realizadas aos entrevistados foram elaboradas no google Forms. No entanto, elas não foram disponibilizadas diretamente para resposta pelos entrevistados. Inicialmente, era realizada uma apresentação da proposta da entrevista, explicando o objetivo do TCC e, posteriormente, a forma como a entrevista seria conduzida. As perguntas atuavam como norteadoras do direcionamento da entrevista, porém os entrevistados possuíam liberdade para complementar suas respostas de forma mais elaboradas, não se limitando apenas à numeração da escala de Likert. As entrevistas tiveram duração média de 30 a 40 minutos, variando de acordo com o nível de aprofundamento das respostas e da abertura para novas perguntas ao longo da conversa.

2.3.4 Compilação dos dados obtidos

Quando os entrevistados aprofundavam suas respostas, frequentemente surgiam novas perguntas relacionadas aos temas abordados, enriquecendo ainda mais o processo da entrevista. Dessa forma, as perguntas eram conduzidas pela entrevistadora, registrando-se as respostas correspondentes à escala Likert e,

paralelamente, realizando anotações em caderno sobre os apontamentos e discussões desenvolvidos ao longo da entrevista.

A entrevista foi estruturada dessa forma com o objetivo de obter gráficos comparativos para a seção de resultados, além de levantar pontos relevantes para a discussão sobre a atuação do engenheiro de energia no setor de desempenho energético.

As informações anotadas juntamente com a escala de Likert trazem a base necessária para uma análise comparativa adequada em relação aos estudos abordados na revisão bibliográfica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção serão discutidos os resultados obtidos ao longo da pesquisa, relacionando os conhecimentos desenvolvidos durante a revisão bibliográfica e as entrevistas com os objetivos específicos do trabalho.

3.1 RESULTADO DA ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ETIQUETAGEM

A análise das certificações ambientais e sistemas de etiquetagem abordados ao longo da pesquisa evidencia diferenças importantes relacionadas à origem e ao processo de implementação de cada metodologia. Enquanto a certificação LEED possui origem americana, a certificação AQUA-HQE tem origem francesa, sendo posteriormente adaptada para o contexto brasileiro com base em normas nacionais, como as da ABNT. Já a etiquetagem Procel Edifica apresenta origem nacional, desenvolvida especificamente para reduzir o consumo de eletricidade no setor de edificações. Essas diferenças de origem e propósito refletem diretamente nos objetivos e critérios de avaliação adotados por cada metodologia.

Comparando os estudos abordados com o estudo específico de Bertolli (2011) é observado como a etiquetagem Procel Edifica é mais exigente em termos de consumo energético do que a certificação LEED. Enquanto no contexto brasileiro, as certificações LEED e AQUA-HQE tem suas representatividades maiores em setores diferentes. A certificação LEED atende em sua maioria a área comercial, a certificação AQUA-HQE atende principalmente o setor residencial de acordo com

Herzer e Ferreira (2017). A etiquetagem Procel Edifica é mais utilizada no âmbito comercial e públicos federais, devido a obrigatoriedade por lei desde 2014 (BRASIL, 2014).

Dessa forma, a definição da certificação mais adequada para um empreendimento depende principalmente dos objetivos esperados para a edificação. Empreendimentos com foco voltado ao consumo e desempenho energético tendem a apresentar maior compatibilidade com a etiquetagem Procel Edifica, devido às exigências específicas relacionadas à eficiência energética.

Por outro lado, empreendimentos que buscam maior reconhecimento internacional podem encontrar na certificação LEED uma alternativa mais relevante. Em uma análise mais ampla, tanto a certificação LEED quanto a certificação AQUA-HQE apresentam abordagens mais abrangentes, considerando não apenas o consumo energético da edificação. Mas também, aspectos relacionados ao meio ambiente, conforto e qualidade dos espaços para os usuários

3.2 CURSOS DE ENGENHARIA DE ENERGIA NO BRASIL

Abaixo, serão compiladas as universidades que disponibilizam o curso de bacharelado em Engenharia de Energia e seus respectivos anos de implementação, organizados por regiões. Cursos similares ao de Engenharia de Energia como Engenharia de Energias Renováveis não é considerado nesse contexto.

Quadro 3: Universidades da região Sul

Universidade	Cidade/Estado	Ano de implementação
UERGS	Novo Hamburgo/RS	2003
UNIPAMPA	Bagé/RS	2006
UFRGS	Porto Alegre/RS	2010
UFSC	Araranguá/SC	2010
UFPR	Palotina/PR	2015
Unisinos	São Leopoldo/RS	2016

Fonte: Autoria própria

Quadro 4: Universidades da região Sudeste

Universidade	Cidade/Estado	Ano de implementação
--------------	---------------	----------------------

UFABC	Santo André/SP	2006
PUC Minas	Belo Horizonte/MG	2007
UNIFEI	Itajubá e Itabira/MG	2009
UNESP	Rosana/SP	2013

Fonte: Autoria própria

Quadro 5: Universidades da região Centro-Oeste

Universidade	Cidade/Estado	Ano de implementação
UnB	Gama/DF	2008
UFGD	Dourados/MS	2009

Fonte: Autoria própria

Quadro 6: Universidades da região Nordeste

Universidade	Cidade/Estado	Ano de implementação
UFPE	Recife/PE	2009
UFERSA	Mossoró/RN	2010
IFRN	Natal/RN	2015
IFBA	Lauro de Freitas/BA	2018

Fonte: Autoria própria

A análise das grades curriculares mais recentes das instituições permitiu identificar diferenças na presença de disciplinas relacionadas ao desempenho energético, como mostrado na tabela abaixo.

Quadro 7: Disciplinas correlatas a desempenho energético

Universidades	Disciplinas correlacionadas ao desempenho energético
UERGS	Diagnóstico Energético; Simulação de sistemas de energia; Legislação energética e ambiental
UNIPAMPA	Conservação e eficiência energética
UFRGS	Instalações elétricas; Climatização
UFSC	Gestão de eficiência energética; Op - Energia térmica na edificação
UFPR	Nenhuma especificada
Unisinos	Op - Eficiência energética
UFABC	Uso final de energia e eficiência energética
PUC Minas	Disciplinas não disponibilizadas
UNIFEI	Eficiência e auditoria energéticas; Planejamento e gestão dos recursos

	energéticos.
UNESP	Climatização; Instalações elétricas prediais; Eficiência energética em sistemas e instalações
UnB	Nenhuma especificada
UFGD	Ar condicionado, climatização e ventilação
UFPE	Nenhuma especificada
UFERSA	Técnicas de conservação e uso eficiente de energia
IFRN	Gestão de energia na indústria
IFBA	Eficiência energética em edificações

Fonte: Autoria própria

A primeira instituição a implementar o curso foi a UERGS, no município de Novo Hamburgo, no estado do Rio Grande do sul. Após a implementação do curso na UERGS, outras universidades também passaram a oferecer a graduação de engenharia de energia em suas grades estruturas, com alterações de disciplinas voltadas para a necessidade de cada região. Os dados compilados demonstram maior concentração de cursos de Engenharia de Energia na região Sul do Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, que concentra a maior quantidade de instituições com essa graduação.

Quando analisadas as disciplinas relacionadas ao desempenho energético e à eficiência energética presentes nas grades curriculares, observa-se significativa variação entre as universidades. Algumas instituições apresentam disciplinas mais diretamente relacionadas ao tema. A UERGS, por exemplo, apresenta três disciplinas obrigatórias voltadas ao desempenho energético, conforme apresentado no Quadro 7.

Entretanto, em diversas universidades a quantidade de disciplinas relacionadas ao tema mostra-se reduzida. Além disso, a indisponibilidade das ementas curriculares em parte das instituições dificulta a identificação precisa dos conteúdos abordados, uma vez que a análise fica restrita às informações apresentadas nas matrizes curriculares. Essa limitação pode influenciar a identificação de disciplinas relacionadas ao desempenho energético, especialmente quando os títulos das disciplinas não refletem integralmente seus conteúdos programáticos.

Algumas situações específicas também demonstram diferenças importantes entre as instituições. A Unisinos, por exemplo, não apresenta disciplinas obrigatórias

diretamente voltadas ao desempenho energético, embora disponibilize a disciplina optativa de Eficiência Energética. Já a UFSC apresenta em sua grade curricular de 2018, a disciplina obrigatória de Energia Térmica na Edificação, diretamente relacionada ao desempenho energético em edificações. Entretanto, na grade curricular atual, essa disciplina passou a ser oferecida como optativa, permanecendo como obrigatória apenas a disciplina de instalações elétricas, cujo enfoque está mais voltado aos sistemas elétricos da edificação do que ao desempenho energético de forma integrada.

Em outras instituições, como a UFPE, UnB e UFPR, não foi possível identificar disciplinas diretamente relacionadas ao desempenho energético nas grades curriculares obrigatórias. Já a universidade PUC Minas não disponibiliza sua grade curricular para consultas externas, dificultando a realização da pesquisa relacionada às disciplinas do curso.

Esses resultados podem ser parcialmente compreendidos quando observadas as grades curriculares analisadas, uma vez que a presença reduzida de disciplinas relacionadas ao desempenho energético pode refletir-se também na produção acadêmica da área. Durante o levantamento bibliográfico, observou-se predominância de trabalhos desenvolvidos em cursos de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental e Engenharia Elétrica, enquanto foram identificados poucos trabalhos provenientes da Engenharia de Energia.

A análise do Quadro 1 demonstra ainda que os principais trabalhos encontrados produzidos por engenheiros de energia não estavam necessariamente relacionados às certificações ambientais ou à etiquetagem de edificações, abordando outros temas da área de Engenharia de Energia. Entre os trabalhos encontrados relacionados diretamente às certificações ambientais e etiquetagem, destaca-se um estudo desenvolvido na própria UFSC, sendo utilizado como base para entender a abordagem do Engenheiro de Energia sobre o tema.

Dessa forma, observa-se que temas relacionados às certificações ambientais e ao desempenho energético em edificações ainda possuem maior representatividade em outras áreas da engenharia. Esse cenário pode estar relacionado tanto ao tempo recente de implementação do curso de Engenharia de Energia quanto às diferenças curriculares observadas entre as instituições, especialmente no que se refere à presença de disciplinas voltadas ao desempenho energético em edificações.

3.3 AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA UM PROFISSIONAL ATUAR NAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS

O quadro a seguir apresentará a análise feita sobre cada uma das certificações, dividindo em escopo principal, ferramentas necessárias, habilidades e competências para atuação em cada uma dessas certificações.

Quadro 8: Certificações

Critério de análise	LEED	AQUA-HQE	Procel Edifica
Escopo principal	Desempenho ambiental global e eficiência de recursos	Gestão do processo construtivo e conforto do usuário	Eficiência energética de sistemas e envoltória do edifício
Ferramentas	Software de simulação energética integrada; Software de pegada de carbono; Plataforma de submissão LEED Online	Plano de gestão ambiental de obra; Software de simulação de acústica e térmica; Matrizes de perfil ambiental	Planilhas do método prescritivo; Software de simulação termoenergética; Tabelas de eficiência do INMETRO
Competências	Normas internacionais de energia; Conceitos globais de sustentabilidade e materiais; Mercado global de créditos de carbono	Legislação ambiental e normas técnicas locais; Princípios de gestão de processos e canteiro de obras; Fundamentos de conforto ambiental multidimensional	Regulamentos técnicos da qualidade; Termodinâmica, psicometria e transferência de calor; Sistemas de iluminação e climatização artificial
Habilidades	Modelar edifícios complexos em software 3D térmicos; Traduzir documentação técnica para o inglês; Auditar cadeias de suprimentos de materiais sustentáveis	Coordenar equipes multidisciplinares; Elaborar relatórios para auditorias presenciais; Medir e mitigar impactos locais de ruído e poeira	Calcular transmitância e capacidade térmica de paredes; Comparar o método prescritivo com o de simulação; Otimizar o desempenho da envoltória (fachadas e vidros)

Fonte: Autoria própria

A partir do Quadro 8, é possível observar alguns aspectos relevantes relacionados ao escopo principal, às competências, habilidades e ferramentas analisadas. No que se refere ao escopo principal, observa-se que, apesar de cada certificação possuir finalidade específica, todas apresentam relação com a eficiência energética das edificações, ainda que por diferentes perspectivas. Em relação às ferramentas utilizadas, observa-se que a certificação LEED possui um sistema de submissão próprio para os seus projetos. Por outro lado, a certificação AQUA-HQE e o programa Procel Edifica não possui a necessidade de um sistema próprio para submissão de seus projetos. Quanto às competências necessárias do profissional, o destaque mais importante é que enquanto a certificação LEED necessita de um entendimento de normas internacionais de energia e conceitos globais de sustentabilidade, o programa Procel Edifica e a certificação AQUA-HQE trabalham com legislação e regulamentação nacional. Dessa forma, foca principalmente nos aspectos locais do projeto implementado. No que se refere às habilidades exigidas, observa-se a necessidade de um caráter multidisciplinar para atuação em todas as metodologias analisadas. Além disso, o domínio de software relacionados à análise e avaliação de edificações é uma característica comum entre elas. Para a certificação LEED destaca-se ainda a importância da fluência em inglês, devido à utilização de referências técnicas e processos associados a um sistema de certificação internacional.

Portanto, observa-se que as certificações apresentam diferenças relevantes quanto às competências e habilidades exigidas dos profissionais envolvidos. A certificação LEED demanda mais familiaridade com normas internacionais, conceitos globais de sustentabilidade, enquanto o programa Procel Edifica e a certificação AQUA-HQE apresentam maior alinhamento com regulamentação nacional e características locais dos empreendimentos. Além disso, enquanto o programa Procel Edifica possui foco mais direcionado à eficiência energética, as certificações LEED e AQUA-HQE têm uma abordagem mais ampla, com aspectos ambientais, de conforto e sustentabilidade ao longo do ciclo de vida da edificação.

No Quadro a seguir, as competências e habilidades discutidas anteriormente serão analisadas em conjunto com as competências e habilidades exigidas nas DCNs e as obtidas ao longo da formação do engenheiro de energia da UFSC.

Quadro 9: Comparação entre as exigências das certificações, as competências previstas nas DCNs e a formação em Engenharia de Energia da UFSC

Competência/Habilidade	Certificações	DCNs de Engenharia	Formação em engenharia e energia da UFSC
Eficiência energética	Exigida	Relacionada à resolução de problemas e desenvolvimento de soluções de engenharia	Desenvolvida em disciplinas obrigatórias
Sustentabilidade	Exigido	Prevista na consideração de aspectos ambientais, sociais e econômicos	Desenvolvida ao longo da formação
Visão Sistemática	Exigido	Prevista na análise de sistemas complexos	Desenvolvida pela característica multidisciplinar do curso
Trabalho multidisciplinar	Exigido	Previsto explicitamente pelas DCNs	Desenvolvido por disciplinas integradoras e projetos
Avaliação de desempenho	Exigido	Associada à análise e validação de soluções de engenharia	Desenvolvida parcialmente
Sistemas térmicos	Exigido	Relacionados às competências técnicas específicas	Desenvolvidos na formação
Sistemas elétricos	Exigido	Relacionados às competências técnicas específicas	Desenvolvidos na formação
Simulação e modelagem	Frequentemente exigido	Previstas pelo uso de ferramentas e técnicas de engenharia	Pouco ou nada trabalhado nas disciplinas
Elaboração de relatórios técnicos	Exigido	Prevista na comunicação de resultados técnicos	Desenvolvida parcialmente
Conhecimento sobre certificações ambientais	Exigido (para LEED e AQUA-HQE)	Não mencionado explicitamente	Não abordado
Conhecimento sobre	Exigido (para	Não mencionado	Não abordado (na

etiquetagem energética	Procel edifica)	explicitamente	grade atual)
------------------------	-----------------	----------------	--------------

Fonte: Autoria própria

Além dos conhecimentos técnicos, as certificações também exigem habilidades voltadas à interpretação de normas, elaboração de relatórios técnicos, utilização de ferramentas de simulação e atuação em equipes multidisciplinares. Esses aspectos evidenciam que a atuação em certificações ambientais e energéticas demanda uma formação que integre conhecimentos de diferentes áreas da engenharia.

Quando comparadas às competências previstas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, observa-se significativa compatibilidade entre as exigências das certificações e o perfil profissional esperado para o engenheiro. As DCNs estabelecem que o egresso deve ser capaz de analisar problemas complexos, desenvolver soluções sustentáveis, atuar de forma multidisciplinar e utilizar ferramentas técnicas adequadas ao exercício profissional (BRASIL, 2019).

A comparação entre as competências identificadas nas certificações e a formação oferecida pelo curso de Engenharia de Energia da UFSC demonstra que grande parte dos conhecimentos necessários para atuação nesse setor é desenvolvida ao longo da graduação. Disciplinas relacionadas à eficiência energética, sistemas elétricos, sistemas térmicos, energias renováveis e sustentabilidade contribuem diretamente para a formação de profissionais aptos a compreender os fatores que influenciam o desempenho energético das edificações.

A característica multidisciplinar do curso também se destaca como um diferencial, uma vez que permite ao futuro profissional compreender simultaneamente aspectos elétricos, térmicos e ambientais, competências frequentemente exigidas pelos processos de certificação e etiquetagem.

Entretanto, a análise também evidencia algumas limitações. Embora as competências gerais necessárias para atuação em certificações ambientais estejam presentes na formação, conteúdos específicos relacionados aos processos de certificação, etiquetagem energética e utilização de ferramentas diretamente aplicadas aos sistemas LEED, AQUA-HQE e Procel Edifica não foram identificados de forma explícita na matriz curricular analisada.

Esse resultado sugere que a formação em Engenharia de Energia fornece uma base técnica compatível com as demandas do setor, porém a atuação direta

em processos de certificação pode exigir capacitações complementares, cursos de especialização ou experiência profissional específica. Dessa forma, observa-se que o engenheiro de energia possui potencial para atuar na área de certificações ambientais e desempenho energético, mas ainda existem oportunidades para ampliar a abordagem desses temas dentro da própria formação acadêmica.

3.4 ENTREVISTAS

As entrevistas realizadas permitiram analisar diferentes aspectos relacionados à atuação do engenheiro de energia no setor de desempenho energético. A caracterização dos entrevistados e as respostas obtidas possibilitaram identificar percepções sobre a formação acadêmica, a inserção no mercado de trabalho e a relevância desse profissional em atividades relacionadas ao desempenho energético e às certificações ambientais.

A partir das respostas obtidas, foi possível identificar pontos importantes relacionados à atuação multidisciplinar do engenheiro de energia, às dificuldades encontradas no mercado de trabalho e à relação entre a formação acadêmica e as demandas atuais do setor.

As entrevistas evidenciaram percepções distintas quanto à inserção do engenheiro de energia no mercado de trabalho. Os relatos indicaram que a experiência prévia por meio de estágios ou atividades profissionais durante a graduação contribuiu para uma inserção mais facilitada no setor. Por outro lado, profissionais que não tiveram contato com a área durante a formação relataram maiores dificuldades para ingressar no mercado após a conclusão do curso.

Um aspecto relevante observado nas entrevistas foi a diferença de percepção entre profissionais formados em períodos distintos. Um dos entrevistados, egresso de uma das primeiras turmas de Engenharia de Energia da UERGS, relatou que a formação recebida apresentava limitações para atuação na área de desempenho energético de edificações, tornando necessário buscar capacitação complementar e adquirir conhecimentos principalmente por meio da experiência profissional. Em contrapartida, os profissionais formados mais recentemente avaliaram que a graduação forneceu uma base consistente para atuação no setor.

Apesar da avaliação positiva da formação, os entrevistados destacaram que as disciplinas obrigatórias não contemplam todos os conhecimentos necessários

para atuação profissional. Nesse contexto, disciplinas optativas, eventos acadêmicos e atividades extracurriculares foram apontados como importantes complementos para o desenvolvimento das competências exigidas pelo mercado.

As entrevistas também reforçaram a percepção de que o engenheiro de energia possui papel relevante em processos relacionados ao desempenho energético e às certificações ambientais. Os participantes destacaram especialmente a capacidade desse profissional de integrar conhecimentos das áreas elétrica e térmica, favorecendo a comunicação entre diferentes setores envolvidos em um projeto. Entretanto, um ponto recorrente nos relatos foi o desconhecimento do mercado em relação às atribuições do engenheiro de energia. Segundo os entrevistados, embora exista demanda por competências relacionadas ao desempenho energético, muitas empresas ainda não associam essas atividades diretamente a esse profissional.

3.5 PAPEL DO ENGENHEIRO DE ENERGIA NO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Para compreender o papel do engenheiro de energia no contexto do desempenho energético, torna-se necessário analisar tanto os conhecimentos relacionados às certificações e à etiquetagem quanto a formação acadêmica desse profissional. Considerado principalmente a grade curricular da UFSC, observa-se que o curso apresenta disciplinas capazes de fornecer base teórica para o entendimento de conceitos relacionados ao desempenho energético, eficiência energética e aspectos associados às certificações ambientais.

As entrevistas realizadas com egressos do curso atuantes na área trouxeram pontos importantes relacionados à atuação desse profissional no mercado de trabalho. Entre os principais aspectos mencionados pelos entrevistados, destaca-se a capacidade do engenheiro de energia de atuar de forma integrada entre diferentes áreas da engenharia. Segundo os relatos obtidos durante as entrevistas, em diversos projetos observa-se que profissionais de áreas específicas, como engenharia mecânica e engenharia elétrica, possuem aprofundamento técnico em seus respectivos setores, porém nem sempre ocorre uma integração eficiente entre essas áreas.

Nesse contexto, a presença do engenheiro de energia nos projetos pode contribuir para uma análise mais ampla e integrada do desempenho energético das

edificações. Devido á formação multidisciplinar do curso, esse profissional possui capacidade de compreender aspectos relacionados aos sistemas elétricos, sistemas térmicos, conforto térmico e eficiência energética, permitindo maior integração entre os diferentes setores envolvidos em um projeto.

Outro ponto relevante observado durante a análise das grades curriculares das universidades é que, embora algumas instituições apresentem quantidade reduzida de disciplinas diretamente relacionadas ao desempenho energético em edificações, a formação do engenheiro de energia ainda possibilita contato com conteúdos voltados às áreas elétrica, mecânica, ambiental e térmica. Dessa forma, o profissional desempenha uma visão mais abrangente dos sistemas energéticos quando comparado a formação mais segmentadas.

Essa característica multidisciplinar permite que o engenheiro de energia atue tanto no desenvolvimento de análises relacionadas ao desempenho energético quanto na comunicação entre diferentes profissionais envolvidos em projetos de edificação sustentável. Além disso, conteúdos relacionados à qualidade do ar, qualidade da água, poluentes e sistemas energéticos também ampliam as possibilidades de atuação desse profissional no contexto das certificações ambientais e da eficiência energética.

Assim, observa-se que o papel do engenheiro de energia no desempenho energético está fortemente relacionado à integração entre diferentes áreas do conhecimento, permitindo uma análise mais ampla dos sistemas presentes nas edificações. Sua formação possibilita não apenas o desenvolvimento de análises energéticas específicas, mas também a participação em equipes multidisciplinares, contribuindo para projetos voltados à melhoria do desempenho energético e à obtenção de certificações ambientais.

4 CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, foi possível observar que o engenheiro de energia possui grande potencial de atuação no setor de desempenho energético em edificações, como também no contexto das certificações ambientais e dos sistemas de etiquetagem. Sua formação multidisciplinar permite uma visão integrada entre diferentes áreas da engenharia, possibilitando análises relacionadas aos sistemas elétricos, térmicos, ambientais e à eficiência energética das edificações.

Entretanto, os resultados obtidos também demonstram que a atuação desse profissional nesse setor ainda se encontra em processo de consolidação. Muitas empresas ainda não reconhecem plenamente o potencial do engenheiro de energia para atuação em projetos relacionados ao desempenho energético e às certificações ambientais. Além disso, a análise das grades curriculares evidenciou que parte dos cursos de Engenharia de Energia ainda apresenta quantidade limitada de disciplinas diretamente relacionadas ao desempenho energético em edificações.

As entrevistas realizadas com profissionais da área reforçaram a importância do engenheiro de energia como um profissional capaz de integrar diferentes setores dentro de um projeto, contribuindo para uma comunicação mais ampla entre áreas como engenharia elétrica, mecânica e ambiental. Essa característica torna o engenheiro de energia um profissional qualificado para atuar tanto em análises de eficiência energética quanto em processos voltados à melhoria do desempenho energético e à obtenção de certificações ambientais.

Dessa forma, conclui-se que o crescimento das discussões relacionadas à sustentabilidade, eficiência energética e desempenho energético das edificações tende a ampliar cada vez mais as possibilidades de atuação do engenheiro de energia nesse setor. Além disso, observa-se a necessidade de maior inserção desses temas nas grades curriculares das universidades, contribuindo para uma formação ainda mais direcionada às demandas atuais do mercado.

Como limitação desta pesquisa, destaca-se a dificuldade de identificação e obtenção de participação de engenheiros de energia atuantes no setor de desempenho energético de edificações e certificações ambientais, o que resultou em um número reduzido de entrevistas realizadas. Além disso, observou-se uma quantidade limitada de trabalhos acadêmicos da área de Engenharia de Energia

diretamente relacionados à temática estudada, restringindo a disponibilidade de referências específicas para análise. Apesar dessas limitações, os dados obtidos permitiram atingir os objetivos propostos e fornecer subsídios para a discussão da atuação desse profissional no contexto analisado.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento de estudos relacionados à atuação do engenheiro de energia em áreas emergentes do setor de edificações sustentáveis, como edifícios de energia quase nula (*nZEB – Nearly Zero Energy Buildings*), edificações *Net Zero Energy*, integração de fontes renováveis em edificações, gestão energética predial e sistemas inteligentes de monitoramento e controle de consumo. Também se mostra relevante a realização de pesquisas voltadas à aplicação prática de certificações ambientais e sistemas de etiquetagem em diferentes tipologias de edificações, ampliando o entendimento sobre as competências e oportunidades de atuação desse profissional nesses contextos.

Durante a elaboração desse trabalho, ocorreu a utilização de ferramentas de inteligência artificial como apoio à revisão ortográfica, gramatical e de concordância textual, por meio do ChatGPT. Além disso, o Google Tradutor foi utilizado para auxiliar na tradução do resumo para a língua inglesa (*Abstract*). Ressalta-se que essas ferramentas foram empregadas exclusivamente como suporte à escrita e à tradução do texto, não sendo utilizadas para a produção dos resultados, análise ou conclusão da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BALTAZAR, Marta Garcia. **Redução da demanda de energia elétrica utilizando parâmetros construtivos visando ao conforto térmico**. Porto Alegre: PUCRS, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Pontifícia (...) – PUCRS. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/2983/1/384715.pdf>. Acesso em: 28 out 2025.

BERTOLETTI, Luana Eid Piva. **Comparação do desempenho energético de edifícios comerciais de referência usando as certificações LEED e Procel-Edifica**. 2011. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/72400b06-cb82-4b30-9d50-0e4dcdd28317/LUANA+EID+PIVA+BERTOLETTI+PME11.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2025.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014**. 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 jun. 2014. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/06/2014&jornal=1&pagina=102&totalArquivos=164>. Acesso em: 11 jun. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 abr. 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2026.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução nº 1.073, de 19 de abril de 2016**. Regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília, DF: CONFEA, 2016. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=59510>. Acesso em: 10 jun. 2026.

COUTO, Ana Elisa Rodrigues do. **Análise do Programa de Eficiência Energética da ANEEL: estudo de caso aplicado às instalações da Agência Nacional de Energia Elétrica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/203258/TCC%20Engenharia%20de%20Energia%20Ana%20Elisa%20Rodrigues%20do%20Couto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jun. 2026.

DIAS, Deivid dos Santos; SILVA, Pedro Furtado Gonçalves da. **Estudo de viabilidade da aplicação do programa Procel Edifica em edifícios comerciais já existentes: estudo de caso em um edifício comercial de Curitiba**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <https://www.eletrica.ufpr.br/p/arquivostccs/152.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

FEITOSA, Raissa Nuala. **Certificações ambientais e arquitetura sustentável para eficiência energética em residências**. 2022. 117 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufpi.br:8080/handle/123456789/3419>. Acesso em 29 nov. 2025

GABRIEL, Guilherme Gomes. **Eficiência energética em edificações: avaliação de diretrizes para o município de Araranguá, SC**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/248706/TCC%20Engenharia%20de%20Energia%20Guilherme%20Gomes%20Gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jun. 2026

GREEN BUILDING FACTS. Green buildings by the numbers. United States Green Building Council. Abril, 2009. Disponível em <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3340>. Acesso em 25 nov. 2025.

HERZER, Letícia Araújo; FERREIRA, Rafael Lopes. **Construções sustentáveis no Brasil: um panorama referente às certificações ambientais para edificações LEED e AQUA-HQE**. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 37–52, 2016. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/view/492>. Acesso em: 22 nov. 2025

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos**. Brasil, 2010. 87 p. Integrated Environmental Solutions. Disponível em: <http://www.iesve.com>. Acesso em 27 nov 2025.

IEA (2026), **A crise energética cria um ímpeto ainda maior para a eletrificação da UE**, IEA, Paris <https://www.iea.org/commentaries/the-energy-crisis-creates-even-stronger-impetus-for-eu-electrification>. Acesso em: 10 jun. 2026

MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de; RUIZ, Vanessa de Carvalho; PEREIRA, Daniela Pasetto de. **Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental)**. In: SILVA, Evandro Preuss da (org.). *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 86-97. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334695945>. Acesso em: 10 jun. 2026.

OLIVEIRA, Daniele Melo de; GOMES, Mateus das Neves. **A energia das ondas do**

mar frente aos paradigmas da matriz energética brasileira pelo viés de Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Revista Mundi Sociais e Humanidades*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 39–1/39–16, mar. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323941076_A_ENERGIA_DAS_ONDAS_D_O_MAR_FRENTE_AOS_PARADIGMAS_DA_MATRIZ_ENERGETICA_BRASILEIRA_PEL_O_VIES_DE_CIENTIA_TECNOLOGIA_E_SOCIEDADE/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6Ii9kaXJlY3QiLCJwYWdlIjoieX2RpcmVjdCJ9fQ. Acesso em: 14 nov. 2025.

PARDINI, Andrea Fonseca. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil.** 2009. 209 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/467979>. Acesso em: 28 nov. 2025.

PEDROSO, Thiago Madeira. **Análise do comportamento termoenergético de uma edificação residencial multifamiliar.** 2020. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218718/TCC%20Engenharia%20de%20Energia%20Thiago%20Madeira%20Pedroso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jun. 2026.

PEREIRA, Maicon Fernandes. **Eficiência energética: estudo de caso para economia de energia elétrica em uma empresa do ramo cervejeiro.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/237449/TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jun. 2026.

POUCHET, V.; RIBEIRO, L.; COSTA, F.; et al. Uma visão sobre os desafios da engenharia de materiais no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 678–687, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/jKDr7jyNw7p5TcqDvXSfx3t/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2025.

Ramos, Ranielly Albina. **Desempenho térmico e eficiência energética em edificações residenciais: análise de soluções passivas em Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, SC, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/261404/TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jun. 2026.

SARTORATO, Mateus Manussakis. **Avaliação multicritério para certificação LEED preliminar de uma planta piloto bioclimática.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa

Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223604/TCC-Engenharia_de_Energia-Mateus_Manussakis_Sartorato.pdf. Acesso em: 15 jun. 2026.

SILVA, Flavia Helena Pacheco e; CARCELES, Júlia Nasser; COSTA, Marina Luiza da; GOMI, Matheus Kobayashi; CABRAL, Vinícius Rangel. **Certificação LEED: estudo de caso de empreendimento com selo platina e análise de seus benefícios. 2019.** Disponível em: <https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/6c2d8999-5119-4a90-bddf-677823503e42/content>. Acesso em: 10 jun. 2026

SILVA, Gabriel Giacomozzi da. **Mercado de trabalho no setor financeiro: uma análise do perfil do graduando em engenharia de energia da Universidade Federal de Santa Catarina.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/248399/TCC_EngenhariadeEnergiaGabrielGiacomozzi.pdf. Acesso em: 15 jun. 2026.

SILVEIRA, Edvana da Silva da. **Propensão empreendedora dos estudantes de engenharia de energia.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197882/TCC_EdvanadaSilveira2019.pdf. Acesso em: 15 jun. 2026.

SOCIEDADE MINEIRA DE ENGENHEIROS. **A engenharia elétrica brasileira nasceu em Minas. Belo Horizonte,** 2020. Disponível em: <https://sme.org.br/engenharia-eletrica-brasileira-nasceu-minas/>. Acesso em: 25 maio 2026.

TEIXEIRA, L. M. **O IMPACTO DO ESTÁGIO NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL E DESENVOLVIMENTO DO ENGENHEIRO DE ENERGIA.** 2023. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energias Renováveis) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/77291/3/2023_tcc_lmteixeira.pdf. Acesso em: 28 nov. 2025

VIEIRA, Júlia Junqueira. **Eficiência energética: avaliação e proposição de melhorias em uma panificadora.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Araranguá, SC, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/262162/TCC%20Engenharia%20de%20Energia_Julia%20Junqueira%20Vieira.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 29 jun. 2026

APÊNDICE A – Questionário

Nome:

Instituição de formação:

Ano de conclusão da graduação:

Empresa em que atua atualmente

Cargo atual:

Quais certificações você já teve contato profissional?

De forma geral, como você descreve sua atuação profissional no contexto do desempenho energético de edificações?

Quais desafios você observa na atuação do engenheiro de energia nessa área?

Que melhorias você considera necessárias na formação em Engenharia de Energia para atuação em desempenho energético e certificações ambientais?

Avalie o nível de dificuldade para inserção no mercado de trabalho na área de Engenharia de Energia:

- ☐ 1 – Muito baixa
- ☐ 2 – Baixa
- ☐ 3 – Moderada
- ☐ 4 – Alta
- ☐ 5 – Muito alta

Avalie seu nível de concordância com a afirmação:

A formação em Engenharia de Energia forneceu base adequada para atuação na área de desempenho energético de edificações.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

Durante a graduação, houve abordagem suficiente de conteúdos relacionados à eficiência energética e ao desempenho energético em edificações.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

As atividades que desempenho atualmente estão diretamente relacionadas à análise e melhoria

do desempenho energético de edificações.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

Os conhecimentos adquiridos durante a graduação foram suficientes para o desenvolvimento das atividades profissionais que exerço atualmente.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

O engenheiro de energia possui papel relevante em processos de certificação ambiental de edificações.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

A atuação do engenheiro de energia contribui significativamente para a obtenção de melhores níveis de desempenho energético em edificações certificadas.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente

Há demanda no mercado para a atuação do engenheiro de energia na área de desempenho energético de edificações.

- ☐ 1 – Discordo totalmente
- ☐ 2 – Discordo parcialmente
- ☐ 3 – Neutro
- ☐ 4 – Concordo parcialmente
- ☐ 5 – Concordo totalmente