

GRUPO DE ESTUDO GERAÇÃO TÉRMICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Levantamento do Panorama Atual dos Sistemas de Iluminação Pública no Brasil: Estudo de Caso dos Municípios Abrangidos pelo Procel Reluz

Leonardo Gaspar Barreto, Letícia Costa Nascimento e Bruna Francine Nanini Ruivo

Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar)

RESUMO

Os Sistemas de Iluminação Pública, utilizados para iluminar as cidades, vias, passeios, praças e demais espaços públicos possuem um papel fundamental para a qualidade de vida da população em centros urbanos, já que interferem diretamente na garantia da segurança, acesso e ocupação de espaços públicos em períodos noturnos.

Os parques de iluminação pública brasileiros apresentam características distintas e muitas vezes precárias, sendo esse um reflexo de fatores como desigualdades regionais, dificuldade de acesso a recursos e financiamentos, falta de capacidade técnica e administrativa na gestão dos municípios, entre outros.

O Procel Reluz, um dos principais programas de eficiência energética no âmbito da iluminação pública do Brasil, atua de maneira relevante na promoção da eficiência associada a qualidade da iluminação. Promove a substituição de luminárias convencionais pela tecnologia LED, maximizando a eficiência energética e atribuindo níveis de iluminação compatíveis com as vias. Ao acompanhar o desenvolvimento da implementação dos projetos do Procel Reluz, observou-se que grande parte dos parques de iluminação antigos não atendiam os índices mínimos de qualidade da iluminação, devido ao mau dimensionamento dos sistemas.

Nesse contexto, esse estudo faz a avaliação do panorama atual dos sistemas de iluminação pública em municípios abrangidos pela Chamada Pública do Procel Reluz, avaliando os resultados alcançados a partir da comparação entre os sistemas antigos passíveis de ajustes de linha de base.

O objetivo central desse estudo é mapear e apresentar dados relevantes que poderão subsidiar a formulação de políticas públicas mais efetivas para a iluminação pública, fornecendo insumos para gestores públicos. A análise detalhada dos dados coletados permite a identificação de boas práticas, lacunas e potenciais para aprimoramento, contribuindo para a implementação de sistemas de iluminação mais eficientes, seguros e alinhados às exigências da NBR 5101.

PALAVRAS-CHAVE

Iluminação Pública, Políticas Públicas, Procel, Procel Reluz, LED, Eficiência Energética NBR 5101, Estudo Luminotécnico.

1.0 INTRODUÇÃO

A Iluminação Pública (IP) é um componente essencial da infraestrutura urbana, impactando diretamente a segurança, a qualidade de vida da população e a eficiência na gestão dos recursos energéticos. No entanto, a ausência de dados precisos sobre a quantidade, qualidade e localização dos pontos de IP nos municípios brasileiros representa um desafio significativo para a administração municipal, dificultando tanto a gestão adequada do parque instalado quanto a formulação e o monitoramento de políticas públicas. Esse cenário se agrava diante da diversidade dos 5.570 municípios brasileiros, que apresentam diferentes níveis de necessidade, estrutura, organização e conhecimento técnico na área.

Segundo publicação do departamento de energia dos EUA (THE ECONOMIAST, 2023), a iluminação pública pode representar entre 30% e 50% do consumo total de eletricidade de um município, especialmente em localidades com infraestrutura ineficiente ou com grande extensão territorial urbana. Esse dado ressalta a importância estratégica de projetos de eficiência da iluminação pública, não apenas como medida de economia de energia, mas também como ferramenta de gestão fiscal e ambiental.

Em linha com essa preocupação, a Associação Brasileira das Concessionárias de Iluminação Pública (ABCIP) realizou um levantamento que estimou o consumo anual de energia elétrica associado à iluminação pública em 13.484,89 GWh no Brasil (ABCIP, 2024).

Uma política pública já existente voltada à eficiência energética o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), criado em 1985. O programa promove ações de eficiência em diversos setores da economia. Frente aos desafios atuais, a destinação de parte dos recursos para programas de eficiência energética como o Procel é estratégica para garantir a continuidade e expansão de seus subprogramas, incluindo aqueles voltados à modernização da iluminação pública.

Neste contexto, e com o objetivo de alcançar um número mais amplo e representativo de municípios, o Procel tem realizado Chamadas Públicas para seleção de projetos de modernização da IP com tecnologia LED no âmbito municipal. Destacam-se as seguintes iniciativas:

- a) Chamada Pública Procel Reluz 01/2017;
- b) Chamada Pública Procel Reluz 01/2019;
- c) Chamada Pública Procel Reluz 01/2021.

O desenvolvimento dos projetos promovidos pelo Procel Reluz vai além da troca direta de lâmpadas obsoletas por luminárias LED. A definição das luminárias propostas para cada via e praça, depende da elaboração de projetos luminotécnicos criteriosos, com base na Norma Brasileira de Iluminação Públicos – ABNT NBR 5101. A exigência do estudo luminotécnico visa garantir que o novo sistema instalado forneça não apenas a economia, mas a qualidade da iluminação e a segurança dos usuários, atendendo os índices mínimos definidos pela norma.

Diante da relevância do tema, do avanço das tecnologias e da crescente preocupação com a sustentabilidade, cresce a demanda por soluções que aprimorem a qualidade da iluminação pública sem desconsiderar a redução do consumo de energia e dos custos operacionais para os municípios. Nesse sentido, tornam-se fundamentais estudos e publicações técnicas que

forneçam dados confiáveis, capazes de mapear os principais problemas e orientar a formulação de políticas públicas mais assertivas e eficientes para o setor.

2.0 OBJETIVOS

- Mapear o estado e qualidade do parque de iluminação pública nos municípios atendidos pelo Procel Reluz;
- Avaliar a conformidade dos sistemas de iluminação pública e atendimento a NBR 5101;
- Propor ajustes e melhoria nas políticas públicas existentes para iluminação públicas.

3.0 METODOLOGIA - ELABORAÇÃO DA LINHA DE BASE

A metodologia para a avaliação dos cenários da iluminação pública pré e pós retrofit nos municípios abrangidos pelo subprograma PROCEL RELUZ foi baseada na construção de uma linha de base luminotécnica, fundamentada na NBR 5101. A comparação entre os sistemas convencionais e os sistemas LED foi realizada por meio de simulações computacionais que representaram os sistemas em estado novo, ou seja, desconsiderando a depreciação acumulada ao longo do tempo.

As etapas metodológicas podem ser resumidas da seguinte forma:

3.1 Estabelecimento da Linha de Base

A linha de base foi definida por meio de simulações luminotécnicas com o software DIALux Evo, utilizando curvas fotométricas representativas das luminárias e lâmpadas convencionais instaladas. O objetivo foi verificar se os sistemas antigos, quando novos, estavam superdimensionados, subdimensionados ou compatíveis com a norma vigente.

3.2 Análise de Superdimensionamento

Foram realizadas simulações com curvas fotométricas de potência igual e imediatamente inferior à do equipamento instalado. O processo foi iterativo até se identificar a menor potência capaz de atender aos requisitos normativos. Essa potência foi então considerada como referência para comparação energética, evitando a distorção causada por projetos originalmente superdimensionados.

3.3 Análise de Subdimensionamento

Da mesma forma, nos casos em que os sistemas instalados não atendiam aos critérios da NBR 5101, foram realizadas simulações com potências comerciais imediatamente superiores, até encontrar a menor potência que atendesse à norma. Essa potência foi então adotada como base de comparação, evitando subestimação do consumo de referência.

3.4 Neutralização da Depreciação

A comparação entre tecnologias considerou sempre o desempenho de equipamentos novos, tanto convencionais quanto LED, neutralizando os efeitos da depreciação. Isso assegura uma análise justa e técnica do ganho real de eficiência proporcionado pela substituição tecnológica. Dessa forma, é esperado que na prática, os sistemas encontrados no parque de iluminação dos municípios apresentem indicadores piores que o avaliado nesse estudo.

4.0 RESULTADOS DOS MUNICÍPIOS AVALIADOS

A metodologia de avaliação da conformidade foi aplicada em 2.091 ruas, distribuídas entre 44 municípios contemplados pela 3ª Chamada Pública do Procel Reluz. Os municípios avaliados são, em sua maioria, de pequeno e médio porte, com população média de 14.118 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

É importante destacar que, embora a chamada pública tenha contemplado municípios de todas as regiões do Brasil, observou-se uma maior concentração de projetos aprovados nas regiões Sul e Sudeste.

Por fim, segundo o IBGE, 68,3% dos municípios brasileiros possuem até 20 mil habitantes, o que reforça a relevância deste estudo, uma vez que ele se concentra justamente no porte de município que representa a maioria das cidades do país.

Outro aspecto importante é contextualizar o cenário atual das tecnologias utilizadas para os sistemas de iluminação pública, com isso, a Tabela 1 apresenta um panorama atualizado do parque no Brasil, com base nos dados do Censo da Iluminação Pública.

Tabela 1 – Pontos de iluminação pública por tipo de lâmpada

Tecnologia de Iluminação	Total	%
LED	3.793.293	19,6%
Vapor de Mercúrio	1.781.890	9,2%
Vapor de Sódio	11.425.147	59,0%
Outros	442.860	2,3%
Fluorescente de Indução Magnética	211.086	1,1%
Fluorescente Compacta	101.561	0,5%
Halógena	3.959	0,0%
Incandescente	92.488	0,5%
Mista	110.640	0,6%
Multivapores Metálicos	1.394.284	7,2%
Sem informação	5.229	0,0%
Total	19.362.437	100%

Fonte: Base ANEEL

Como evidenciado na tabela, o parque de iluminação pública brasileiro ainda apresenta predominância de tecnologias como vapor de sódio, vapor de mercúrio e multivapores metálicos. Essas tecnologias são significativamente menos eficientes que o LED (PROCEL, 2016), o que reforça a expectativa de que a modernização do parque luminotécnico ocorra de forma intensificada nos próximos anos.

Diante disso, torna-se ainda mais urgente a avaliação do estado atual dos sistemas existentes, a fim de identificar necessidades de adequações que possam ser realizadas durante o processo de substituição e modernização.

A Figura 1 apresenta o resultado analisando o número de ruas total dos municípios avaliados, onde 75% das vias estão inadequadas aos parâmetros mínimos exigidos pela NBR 5101.

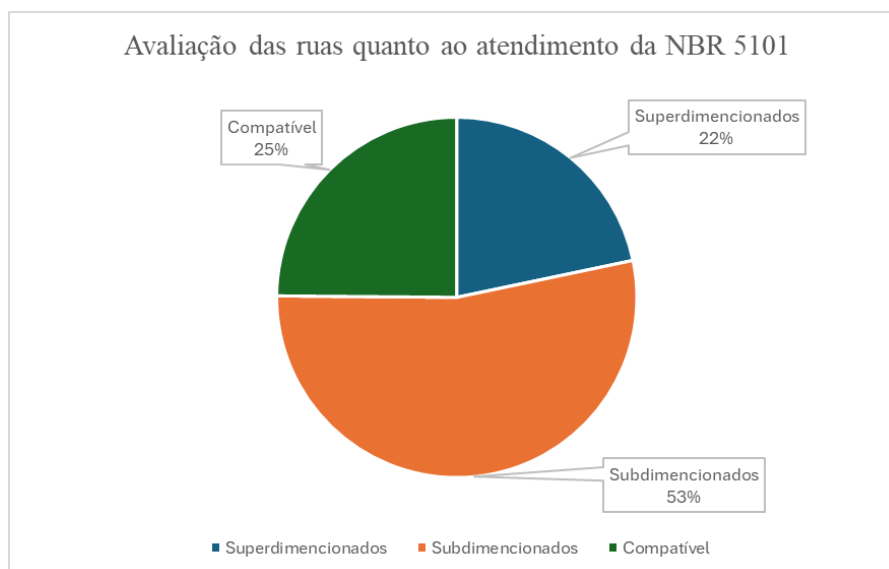


Figura 1 – Resultado da Avaliação por ruas

A Figura 2 apresenta o resultado analisando o número total de pontos instalados, onde 64% do total de pontos está em vias com o sistema de IP fora do valor ideal conforme previsto na NBR 5101.

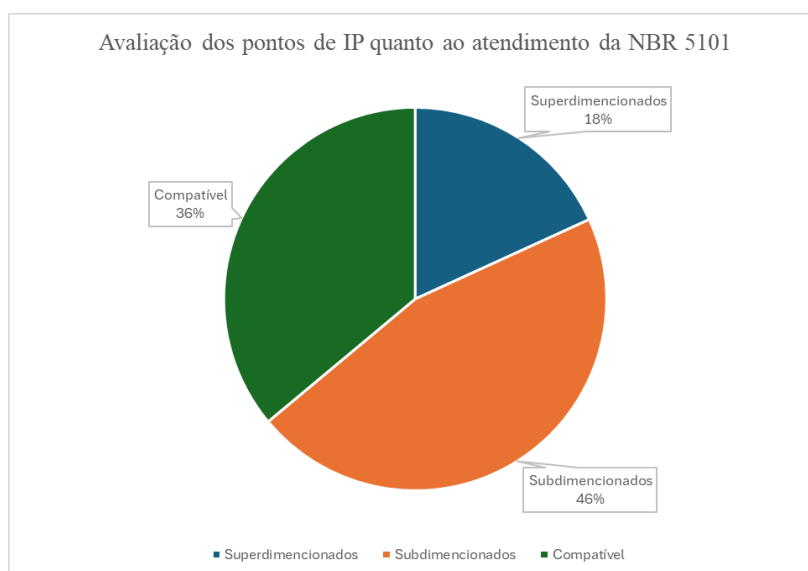


Figura 2 – Resultado da Avaliação por ponto de IP

É importante destacar que a diferença dos casos com dimensionamento fora do especificado pela NBR 5101 é menor na Figura 2, mostrando que as principais e maiores vias e avenidas dos municípios possuem tendência maior de compatibilidade com a norma. Dessa forma fica claro

que vias com menos pontos, geralmente localizadas em áreas mais periféricas e bairros menores tem maior chance de estarem fora da especificação mínima exigida.

Como a norma define índices mínimos, os locais avaliados como superdimensionados não estão em desacordo com o solicitado pela NBR 5101, no entanto, pensando em eficiência energética esses pontos também poderiam ser redimensionados especialmente observando os parâmetros e indicadores como o consumo anual de energia (De) e Densidade de Potência (DP).



Figura 3 – Exemplo de via com iluminação atual subdimensionada atendida pelo Procel Reluz

Apesar de não ter sido o objetivo principal desse trabalho, foram gerados insumos e é importante iniciar uma discussão sobre a economia de energia para os projetos de eficiência energética após o ajuste da linha de base.

O presente artigo apresenta os resultados obtidos quanto à economia de energia elétrica decorrentes da modernização do parque de iluminação pública, com base em duas referências metodológicas distintas:

- a) Linha de Base Ajustada do Projeto – refere-se à comparação entre o consumo estimado das luminárias LED instaladas e os parâmetros técnicos definidos na fase de planejamento, baseados em dados projetados (economia virtual);
- b) Equipamento Existente em Campo – refere-se à comparação direta entre a potência das novas luminárias e a das luminárias de iluminação pública anteriormente instaladas nos locais atendidos, com base em medições reais. (economia real)

Essa abordagem permite uma análise mais abrangente dos resultados, considerando tanto a expectativa técnica do projeto quanto a efetiva condição dos sistemas substituídos. Dessa forma, alguns municípios foram avaliados de forma amostral conforme Tabela 2, e possuem

resultados muito distintos entre a economia virtual após o ajuste da linha de base e economia de energia real percebida na fatura de energia.

Tabela 2 – Comparação entre economia real e virtual

Município	UF	Economia	
		Real %	Virtual %
Abadia dos Dourados	MG	46,00%	63,00%
Augusto Pestana	RS	4,10%	37,90%
Borda da Mata	MG	59,00%	49,00%
Caiçara	RS	41,40%	54,00%
Encantado	RS	41,03%	48,93%
Paulo Ramos	MA	23,14%	45,80%
Sanclerlândia	GO	-8,57%	51,99%
Goiás	GO	53,00%	56,00%
Horizontina	RS	55,65%	55,88%
Ilópolis	RS	65,22%	61,47%
Marcelino Ramos	RS	55,04%	58,58%
Santa Clara do Sul	RS	64,48%	67,73%
São Sebastião da Bela Vista	MG	46,00%	50,00%
São Vendelino	RS	50,46%	47,10%
Nova Bréscia	RS	65,59%	48,42%

Fonte: Procel

Os resultados apresentados na Tabela 2 refletem a realidade encontrada onde a economia real é inferior a virtual nos projetos onde as ruas estão majoritariamente subdimensionadas. Projetos como Borda da Mata, onde a quantidade de vias superdimensionadas era grande, apresentou efeito contrário, dessa forma a economia virtual calculada é menor que a percebida na fatura de energia.

Essa divergência abre uma discussão importante e deve ser levada em consideração nas projeções de consumo dos sistemas de iluminação pública dos municípios que estão passando por modernização do parque, uma vez que a projeção de economia, geralmente calculada nos projetos de eficiência, precisaria ser ajustada para se adequar à realidade do sistema atual.

Nessa linha, fica evidenciada a falta de capacidade técnica, especialmente nos pequenos municípios, para elaborar projetos luminotécnicos, realizar licitações e compras de equipamentos de qualidade e atuar na manutenção adequada dos sistemas. O Procel Reluz, ao longo dos anos vem trabalhando para tentar minimizar essa lacuna, que já era percebida, apesar de não ser devidamente quantificado o tamanho do problema.

O Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel também vem atuando fortemente na implementação de projetos de eficiência energética na iluminação pública, no entanto, poderia ajustar a metodologia de avaliação dos projetos para cobrir essa lacuna existente, onde os municípios que a iluminação atual está fora dos padrões exigidos em norma consigam pontuar melhor dentro das chamadas públicas de projeto.

Os dados apresentados demonstram que, embora haja avanços pontuais, a iluminação pública ainda carece de investimentos estruturados e de planejamento técnico em larga escala.

Consolidar essa transformação requer um esforço coordenado entre municípios, órgãos financiadores, concessionárias e o Governo Federal. A seguir, são apresentadas as conclusões e recomendações resultantes deste trabalho.

5.0 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a importância da avaliação técnica criteriosa dos sistemas de iluminação pública, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, que representam a maioria das cidades brasileiras. A aplicação da metodologia baseada na construção de uma linha de base luminotécnica permitiu identificar de forma precisa o grau de conformidade dos sistemas existentes com os parâmetros estabelecidos pela NBR 5101.

A constatação de que aproximadamente 75% das vias avaliadas não atendem aos requisitos mínimos da norma reforça a urgência da modernização do parque de iluminação pública nacional. Essa inadequação, mais evidente em áreas periféricas e bairros menores, revela desigualdades no atendimento e reforça a necessidade de políticas públicas direcionadas, que considerem não apenas a eficiência energética, mas também a equidade no acesso à iluminação de qualidade.

A predominância de tecnologias obsoletas, como vapor de sódio e mercúrio, que ainda representam a maior parte dos pontos de IP no país, corrobora a necessidade de aceleração nos projetos de substituição por luminárias LED. Além dos ganhos diretos em termos de eficiência energética e redução de consumo, a modernização também promove maior segurança, valorização dos espaços públicos e melhoria da qualidade de vida.

A adoção de simulações computacionais garantiu uma comparação justa entre tecnologias, permitindo estimativas mais precisas do potencial de economia. Esse enfoque técnico contribui para o planejamento mais assertivo de projetos de eficiência, evitando superdimensionamentos ou subdimensionamentos que comprometam o desempenho ou aumentem desnecessariamente os custos operacionais. Com isso, a avaliação reforça a necessidade e impacto dos projetos de iluminação pública que atendam a todos os critérios técnicos e observem as boas práticas de eficiência energética.

Por fim, o estudo reforça a relevância de iniciativas como as chamadas públicas do Procel Reluz como instrumento de política pública capaz de induzir transformações estruturais nos municípios, promovendo não apenas economia de energia, mas também a qualificação técnica das administrações locais e o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis e inteligentes para as cidades brasileiras.

Outra conclusão desse estudo é a necessidade de fortalecer o treinamento e capacitação de profissionais especializados nos municípios para elaboração de projetos de iluminação pública atendendo as normas e as premissas de uso racional da energia elétrica. Uma alternativa que pode ser implementada é reforçar programas como o Procel na Gestão Energética Municipal (GEM) e criar redes de capacitação de profissionais técnicos dos municípios.

Melhorias no Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL para ajustar a metodologia de avaliação de projetos e com isso implementar projetos em locais com deficiência no sistema atual de iluminação pública é uma alternativa para reduzir essa lacuna apresentada, uma vez que os municípios menores e com mais dificuldade para atender aos requisitos normativos tendem a ter menos acesso a recursos para implementar as soluções.

A inclusão de critérios sociais e regionais na priorização de projetos dada a alta proporção de municípios pequenos no Brasil, pode ser uma oportunidade para trazer uma maior equidade regional, incentivando a participação de municípios com menor capacidade técnica.

No último estudo apontado pelo plano decenal de expansão de energia para 2032 conforme EPE (EPE, 2023^a) estimou-se que a iluminação pública representará 9% do consumo final do setor público. Considerando o Censo da Iluminação Pública apresentado pela ABCIP, teríamos um aumento estimado para 2032 em 37,3%.

É importante em um próximo estudo, avaliar o tamanho do impacto no consumo projetado de energia apresentado por este artigo, além da evolução tecnológica que o LED vem passando para as novas projeções de consumo dos sistemas de iluminação pública do país.

6.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] EPE. Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2032. [s.l.:s.n.], 2023
- [2] THE ECONOMIST NEWSPAPER. Cities' road to 2050: lighting the way to sustainable growth. Disponível em: <https://impact.economist.com/sustainability/net-zero-and-energy/cities-road-to-2050-lighting-the-way-to-sustainable-growth>. Acesso em: 14 abril 2025.
- [3] Censo da Iluminação Pública. (ABCIP – Associação Brasileira das Concessionárias de Iluminação Pública. Abril de 2024)
- [4] PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL. Guia de Iluminação Pública com LED. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/procel>
- [5] ABNT NBR 5101:2023 – Iluminação pública — Procedimento
- [6] SOUSA, A. J. et al. "Análise de indicadores luminotécnicos em cidades brasileiras: diagnóstico e perspectivas". Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – SNPTEE, 2022.
- [7] NASCIMENTO, E. R.; FREITAS, L. M. "Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação Pública no Brasil: uma análise do Procel Reluz". Revista Brasileira de Energia, v. 25, n. 2, 2021.

DADOS BIOGRÁFICOS



Leonardo Gaspar Barreto – Coordenador do PROCEL

Engenheiro eletricitista pela UFF, MBA em gestão de energia e eficiência energética pela UFF, pós-graduação em gestão de projetos na FGV e Gerenciamento de projetos complexos e organizações no MIT. Foi coordenador da engenharia na Deode Inovação e Eficiência, atuando na elaboração de mais de 100 projetos de eficiência energética, no âmbito do Programa de Eficiência Energética da ANEEL, notadamente em iluminação pública e saneamento. Atuou na Energisa como gerente de projeto responsável pela implantação de projetos de eficiência energética e medição e verificação de resultados. Ganhou a premiação de melhor projeto de eficiência energética da América Latina em 2023 dado pela AEE – Association of Energy Engineers. Iniciou na ENBPar em julho de 2023 e está responsável pela 4ª Chamada Pública do Procel Reluz.

Letícia Costa Nascimento - Assessora II do PROCEL

Engenheira de Energia e MBA em Eficiência Energética e a Qualidade da Energia pela PUC Minas, com 6 anos de atuação na área de Eficiência. Foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq com estudos voltados à recuperação hídrica a partir da utilização de biodigestores para tratamento de resíduos poluidores. Na DEODE e CML Energy atuou em projetos de eficiência energética para o PEE da ANEEL, com destaque para iluminação pública, iluminação interna e condicionamento ambiental como da Universidade Federal de Uberlândia para certificação na chamada pública do Procel, e projetos submetidos via chamada pública para a CELESC. Na ENBPar desde novembro de 2023.

Bruna Francine Nanini Ruivo – Assessora I do PROCEL

Engenheira Civil, graduada pela UNISO/Sorocaba em 2015, com especialização em Gerenciamento de Projetos e Gestão da Qualidade, realizou o Curso Certified Measurement and Verification Professional (CMVP®) EVO® - Efficiency Valuation Organization. Há 5 anos atuando na área de Eficiência energética com destaque para iluminação pública e sistema fotovoltaico. Foi gerente de projetos na KTA engenharia e UP Grid, responsável pela elaboração e implantação de projetos de eficiência energética e medição e verificação de resultados. Iniciou na ENBPar em outubro de 2024.