

Balço Energético de um Laboratório de Pesquisa em cenários pré, durante e pós pandemia, visando certificação nZEB

Matias R. M. Lavôr*. Adonis F. R. Leal.**. Maria E.L. Tostes***
Ana Carolina D. B. de Souza*** Andréia Antloga do Nascimento*****

Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil
(e-mail: matias.lavor@itec.ufpa.br)*, (e-mail: adonisleal@ufpa.br)**,
(tostes@ufpa.br)***, (e-mail: caroldias_arq@hotmail.com)****
***** *Norte Energia S.A., Brasília, Brasil*
(e-mail: andreianascimento@norteenergiasa.com.br)

Abstract: Photovoltaic systems have an essential role to improve the energy efficiency of buildings. In this regard, this study seeks to present an analysis of the energetic balance in different chronological scenarios for the building of the Center of Excellence in Energy Efficiency of Amazon - CEAMAZON, a public institution for Research, Development and Innovation, linked to UFPA, located in the Science Park and Technology of Guamá. Additionally, it is shown a short analysis of the new INI-C related to the nZEB evaluation methodology, including the new distributed generation system implanted, highlighting the set of building characteristics that can classify its energy efficiency, and demonstrating essential parameters for certification.

Resumo: Sistemas de geração solar fotovoltaica desempenham um papel essencial para a melhoria da eficiência energética de uma edificação. Nesse sentido, o presente estudo busca apresentar uma análise de balanço energético em diferentes cenários cronológicos para o prédio do Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia - CEAMAZON, entidade pública de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, vinculada à UFPA, localizado no Parque de Ciência e Tecnologia Guamá. Além disso, é realizada uma breve análise em relação ao novo INI-C relacionada à metodologia de avaliação nZEB, com recente implantação de sistema de geração distribuída, destacando o conjunto de características da edificação que possam classificar sua eficiência energética e demonstrando parâmetros essenciais para certificação.

Keywords: Energy Efficiency; Energetic Balance; nZEB; INI-C; Photovoltaic systems; Distributed Generation.

Palavras-chaves: Eficiência Energética; Balço Energético; nZEB; INI-C; Geração Solar Fotovoltaica; Geração Distribuída.

1. INTRODUÇÃO

Globalmente, o consumo de energia das edificações representa aproximadamente um terço do consumo total. Na Europa, essa proporção atinge cerca de 40% e, no Brasil, além de representar cerca 50% do consumo total de energia elétrica no país – distribuído em residências, comércios e setor público –, a potencial contribuição dessas edificações à eficiência energética é apontada como relevante em horizontes de médio e longo prazo (BRASIL, 2020).

Esta atual conjuntura esclarece que as ações de eficiência energética em edificações podem ser consideradas estruturantes para o desempenho do sistema elétrico nacional. A relevância do tema remonta à iniciativa da Lei nº 10.295/2001, que introduziu, entre outros mecanismos, a necessidade de avaliação energética em edificações. Por consequência da iniciativa, uma série de regulamentações foram desenvolvidas a partir do Programa Brasileiro de

Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica) promovido pela Eletrobrás e Inmetro, estabelecendo requisitos necessários para classificação do nível de eficiência energética das edificações (PBE Edifica, 2021a).

Em paralelo, entidades internacionais também demonstram esforços em busca de avanços na otimização das edificações a partir de padrões de desempenho sustentável, como é o caso da certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que atua, entre outros países, no Brasil, a partir do *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil).

A partir de 2021, foi instituída a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), em que foram especificados critérios e métodos para classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações. O documento apresenta os procedimentos para a

determinação da classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas (PBE Edifica, 2021b).

Na literatura relacionada à eficiência energética, alguns conceitos têm se consolidado, como a classificação de edificações com baixas necessidades de energia, através de ganhos de eficiência e balanço energético (BE), com presença de tecnologias de fontes renováveis, conhecida como *Zero Energy Building* (ZEB), definido inicialmente pelo Programa de Tecnologias de Construção do Departamento de Energia dos EUA (DOE). Já o conceito *nearly Zero Energy Building* (nZEB) ou Edificação de Energia quase Zero foi utilizado pela Diretriz de Desempenho Energético de Construções (EPBD) do Parlamento Europeu (Kim, et al., 2015).

Estudos de caso já utilizaram esses conceitos, como o caso de Maruf Ahmed et al. (2020), que mostraram uma abordagem usando o software *DesignBuilder*, para projetar prédios que atendam não apenas aos requisitos nZEB da União Europeia (UE) em Sevilla, Andalusia e Espanha, mas também promovam a compensação de energia consumida através de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica (FV), em que a especificação direciona o excedente de geração para atendimento a outras edificações em uma zona delimitada (Maruf Ahmed, et al., 2020).

Rey-Hernández et al. (2018) desenvolveram uma análise energética de uma edificação existente, conhecida por “LUCIA”, com geração distribuída (FV e biomassa), estando entre as edificações com mais elevada certificação LEED no mundo, composta por diversos laboratórios de pesquisa e localizada no campus da Universidade de Valladolid (UVa), na Espanha. No trabalho, o modelo obtido da edificação foi simulado, resultando em indicadores usuais para análise nZEB, de acordo com os requisitos europeus. (Rey-Hernández et al., 2018)

No trabalho de Truong et al. (2017) foi realizado um estudo em uma edificação de referência localizada em Hanoi, Vietnã, com o auxílio do software PVSYST para futura instalação de sistema de geração distribuída e previsão de produção de energia FV em diferentes cenários meteorológicos, destacando melhorias de eficiência energética e redução de custo com energia elétrica. Os primeiros resultados foram voltados para o dimensionamento de um sistema real, propondo futuros estudos de integração de um sistema de armazenamento (SA) com banco de baterias (Truong et al., 2017). Semelhante metodologia foi aplicada em outros trabalhos, em especial na edificação que o presente trabalho busca avaliar, conforme demonstrado por Andrade et al. (2020).

Aplicações com sistemas de geração de energia FV são fundamentais para uma edificação, de forma que ao ser integrado, desempenha um papel de eficiência funcional e energética. Nesse sentido, o presente estudo busca apresentar uma análise de BE em diferentes cenários cronológicos para o Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia - CEAMAZON, entidade pública de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), vinculada à UFPA, localizado no Parque de Ciência e Tecnologia Guamá. Além

disso, é realizada uma breve comparação com uma análise resumida do novo INI-C relacionada à metodologia de avaliação nZEB, com recente implantação de sistema de geração distribuída, destacando o conjunto de características da edificação que possam classificar sua eficiência a partir dos procedimentos e demonstrando parâmetros essenciais para certificação.

2. METODOLOGIA

Os resultados demonstrados no desenvolvimento deste trabalho foram motivados a partir da coleta de dados de consumo das cargas da edificação em uma série temporal, desde 2019 até 2021. Durante esse intervalo de tempo, variáveis conjunturais relacionadas às variações no perfil do consumo, como a pré-pandemia, pandemia e projeção pós pandemia de Covid-19, servindo de base para compreensão da dinâmica das cargas da edificação e contribuindo de maneira referencial para o desenvolvimento de um diagnóstico, considerando o padrão INI-C, utilizado para avaliar características existentes, propondo melhorias de eficiência energética.

Vale ressaltar que importantes mudanças, oriundas do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico nº 22/2018 da ANEEL para Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente, financiado pela concessionária de energia elétrica a empresa Norte Energia S.A., foram atribuídas à eficiente evolução da edificação durante o período avaliado. A partir de 2020, se observa a implantação de uma mini rede (MR) que possui um sistema híbrido (SH) com unidades de geração distribuída (GD), entre elas o sistema de geração FV, além de um SA com banco de baterias, grupo gerador diesel (GGD) e a estação de abastecimento para veículos elétricos (Tabora, et al., 2021), que traz consigo um referencial inovador no seu novo perfil de consumo.

2.1 Descrição da edificação

O CEAMAZON constitui uma edificação de uso educacional que conta com uma área total construída de 2.395,43 m², distribuídos em 3 pavimentos, possuindo um auditório com capacidade para 102 pessoas, uma cafeteria, uma biblioteca, duas salas de aula, uma sala para reuniões, seis salas para professores, sete laboratórios de pesquisa e três banheiros por andar (masculino, feminino e PNE) (JÚNIOR, 2020), com planta baixa mostrada na Figura 1.

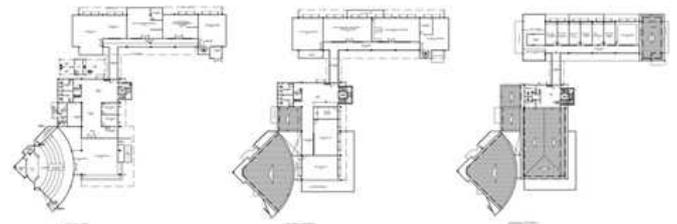


Fig. 1 Plantas baixas do térreo, 1º e 2º pavimentos do edifício do CEAMAZON (JÚNIOR, 2020)

Além dos blocos mostrados na Figura 1, outros anexos pertencentes ao mesmo lote da edificação são destinados aos sistemas de geração local de energia renovável, juntamente com o GGD, SA com banco de baterias e a estação de abastecimento de veículos elétricos, cujo fluxo básico de energia da MR pode ser observado na Figura 2.

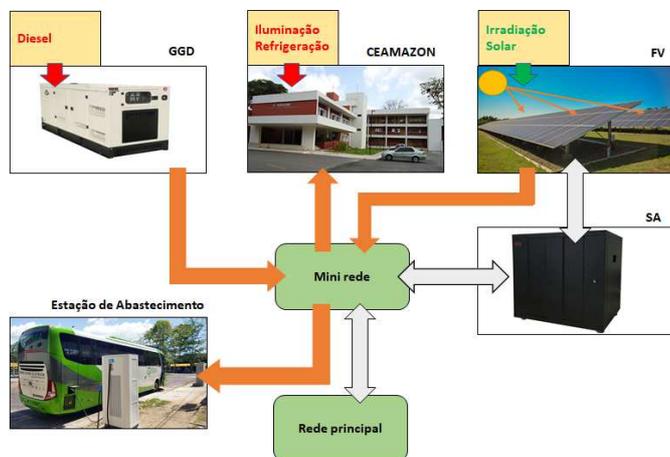


Fig. 2 Proposta de nZEB para a micro rede do CEAMAZON.

Os painéis FV estão instalados sobre suportes aterrados, com inclinação de 12°, compondo o sistema de geração que possui 3 subsistemas: CEAMAZON 1 com um inversor de 58 kWp conectado à rede de maneira convencional; CEAMAZON 2 com um inversor de 16 kWp conectado a MR da edificação, podendo funcionar em modo off-grid em caso de falta de energia; e CEAMAZON 3 com um inversor de 6 kWp que opera exclusivamente para suprimento do AS. Juntos, os três sistemas totalizam uma geração de 80 kWp (Tabora, et al., 2021).

2.2 Sistemas de Gerenciamento de Energia

Para analisar o consumo da edificação nos períodos de 2019 até 2021 foi realizada a coleta de dados no Sistema de Gestão de Energia Elétrica (SIGGEE), que é um sistema de aquisição de dados de medidores instalados em diversas edificações do Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá da UFPA, monitorando em tempo real o consumo de energia elétrica das unidades consumidoras (ver Figura 3), gerando indicadores que ajudam a avaliar eficiência, economia e qualidade de energia do sistema elétrico do campus.

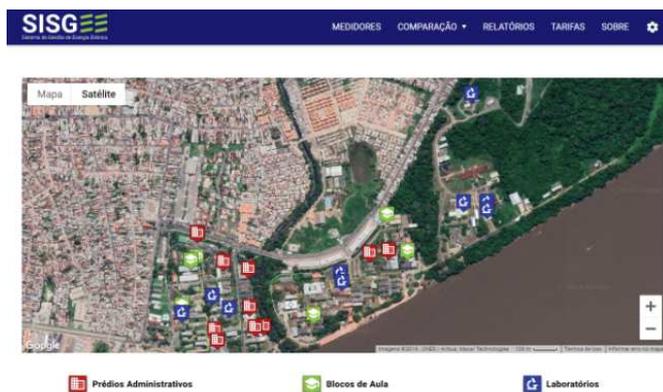


Fig. 3 Mapa de Medidores Instalados do SIGGEE. (Fonte: CEAMAZON)

A medição do sistema é contínua, com dados armazenados em memória de massa, cuja quantidade informação depende de quanto tempo os medidores estão instalados. No caso do CEAMAZON, há registro de medições que remontam ao ano de 2017, porém, levando em consideração os períodos de ajustes operacionais e aprimoramento do sistema, optou-se em iniciar a avaliação cronológica a partir de 2019.

Em paralelo, uma análise *in loco* foi realizada levantando o quantitativo de cargas da edificação, chegando a uma estimativa de potência instalada referente à refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado de aproximadamente 95,58kW. Por sua vez, a potência instalada de iluminação corresponde a 17,58kW, e as demais cargas, incluindo computadores, a aproximadamente 13,80kW. Esses valores equivalem, respectiva e proporcionalmente a 75%, 14% e 11% da potência total e serão utilizados apenas para efeito de comparação entre os cenários.

O sistema de gerenciamento das fontes de GD utiliza um sistema próprio de armazenamento de dados, permitindo configuração de parâmetros de maneira remota, assim como o monitoramento do sistema em tempo real (Tabora, et al., 2021), conforme mostrado na Figura 4.

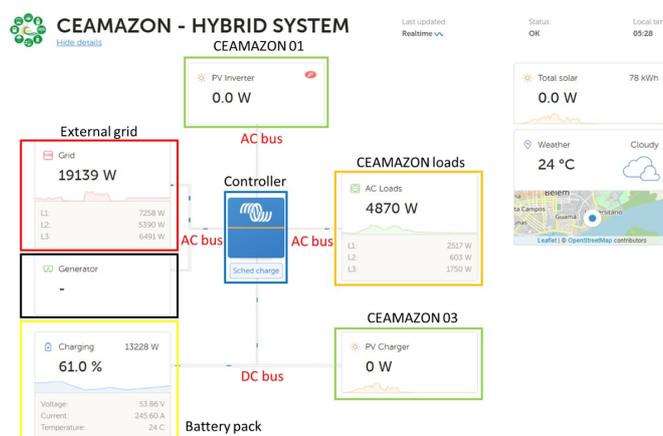


Fig. 4 Sistema de Gerenciamento do Sistema Híbrido do CEAMAZON (Tabora, et al., 2021).

3. RESULTADOS E ANÁLISES

A partir da coleta e tratamento dos dados, serão apresentados 4 cenários na edificação analisada, expondo diferenças de desempenho em meio às conjunturas decorrentes do cenário de pandemia, assim como melhorias de infraestrutura de geração distribuída implantadas na edificação no período analisado. Ao final, também é apresentada uma breve comparação com uma análise resumida da novo INI-C relacionado à metodologia de avaliação nZEB.

3.1 Cenário 1 – Sem Pandemia / Sem GD (janeiro de 2019 – fevereiro de 2020)

Nesse cenário, foi considerado o período em que a pandemia de Covid-19 não tinha afetado o andamento das atividades desempenhadas na UFPA. Dessa forma, foi considerada a cronologia de consumo que se inicia em janeiro de 2019 até fevereiro de 2020, uma vez que logo ao final do feriado de carnaval e a partir de março de 2020, as atividades em todos os campi foram suspensas (UFPA, 2020). O consumo pode ser observado na Figura 5, cuja média das amostras obtidas foi de 17.087,97 kWh.

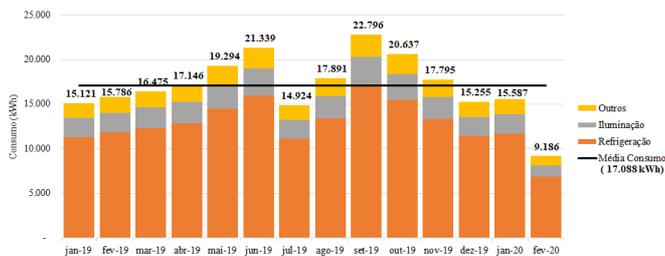


Fig. 5 Consumo do CEAMAZON, período sem pandemia e sem GD.

Vale ressaltar que nesse período o laboratório ainda não dispunha de sistema de GD para compensação do consumo.

3.2 Cenário 2 – Com Pandemia / Sem GD (março de 2020 – agosto de 2020)

No segundo cenário analisado, as atividades na UFPA já tinham sido paralisadas em decorrência do avanço da pandemia de Covid-19. Dessa forma, foi considerada a cronologia de consumo que se inicia em março de 2020 até agosto de 2020. Os dados dos meses posteriores até junho de 2021 não foram armazenados em função do período de manutenção no sistema de aquisição de dados.

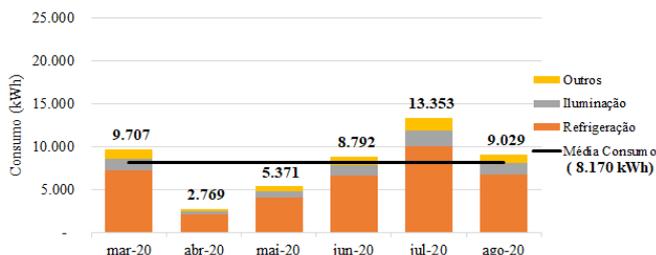


Fig. 6 Consumo do CEAMAZON, período durante pandemia sem GD.

É importante destacar que pelo fato de o laboratório ainda não dispor de sistema GD e que em relação ao cenário anterior verificou-se uma redução da média consumo na ordem de 52,19%, observa-se que mesmo em baixa ocupação da edificação há uma parcela de consumo fixo que pode ser observado na Figura 6, cuja média obtida das amostras foi de 8.170,11 kWh.

3.3 Cenário 3 – Com Pandemia / Com GD (junho de 2021 – agosto de 2021)

No terceiro cenário analisado, foi considerado o período em que as atividades na UFPA continuavam paralisadas em decorrência da pandemia de Covid-19. Dessa forma, de acordo com a disponibilidade de dados, foi considerada a cronologia de consumo de junho 2021 até agosto de 2021, período que a edificação já contava com sistemas de GD implantados (ver Figura 7) e com o sistema abastecimento de veículos elétricos em fase de testes com dois ônibus, cujo consumo nos horários de abastecimento podem ter influenciado no nível de consumo da edificação.

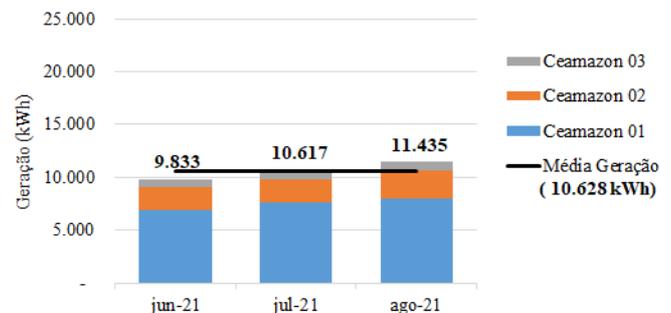


Fig. 7 Geração do CEAMAZON, período durante Pandemia, com GD.

3.3.1 Estimativa de consumo do ônibus elétrico

O CEAMAZON tem desenvolvido o Sistema Inteligente Multimodal da Amazônia (SIMA), que conta com dois tipos de modal (barco e ônibus elétricos), e visa, entre outras ações, à promoção de eficiência energética no Campus da UFPA de Belém. Os modais do SIMA também foram adquiridos através do P&D de mobilidade elétrica, que possibilitou a implantação da infraestrutura analisada nesse cenário, onde destaca-se o sistema de abastecimento de ônibus elétricos, com duas estações de abastecimento de veículos elétricos inseridas na MR do CEAMAZON. É importante esclarecer que até o desenvolvimento deste trabalho as estações de abastecimento se encontravam em fase de avaliações e testes, portanto, foi necessário estimar um consumo médio de energia dos ônibus.

A autonomia do veículo é de aproximadamente 250 km, podendo variar de acordo com as condições de uso (BYD, 2021), que no caso do percurso dentro do campus, com topografia regular, tráfego leve e velocidade controlada, torna-se favorável ao atingimento de uma autonomia próxima da máxima dimensionada.

Considerando que a capacidade da bateria equivale a 324 kWh, estima-se a necessidade de dois abastecimentos semanais, podendo levar a um consumo mensal de 2.592 kWh dentro da rota de 12,6 km (ver Figura 8). O consumo mensal pode alcançar o dobro caso os dois ônibus sejam abastecidos exclusivamente na estação de abastecimento da edificação em análise.

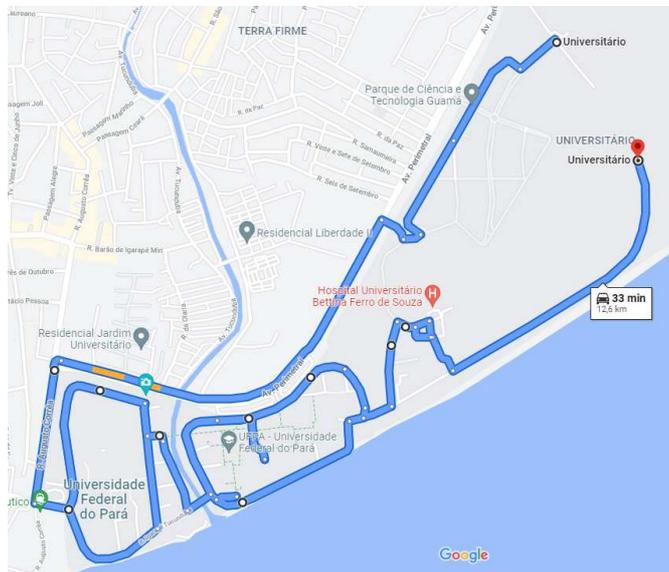


Fig. 8 Estimativa de rota do ônibus elétrico (Fonte: Google Maps).

Dessa forma, a nova distribuição de cargas pode ser considerada a partir da Figura 9, estimando os consumos de refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado, iluminação e outras cargas somadas ao adicional de consumo do ônibus elétrico, equivalente em valores proporcionais à 57%, 10%, 33%, respectivamente.

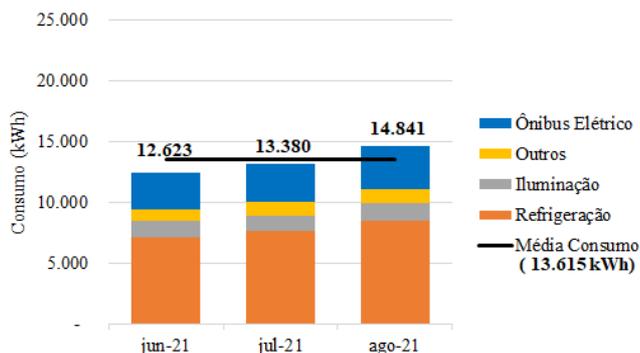


Fig. 9 Consumo do CEAMAZON, período durante Pandemia, com GD.

Ressalta-se o baixo consumo no cenário em análise, 20,33% inferior ao registrado no Cenário 1, observado principalmente na refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado e iluminação. Observa-se que na média dos 3 meses, aproximadamente 78% do consumo registrado na MR foi compensado pelo SH. Dessa maneira, a edificação até o momento não estaria em condições de anular totalmente seu balanço energético, porém já supera a ordem de 50% de compensação, parâmetro este que está entre os requisitos de classificação nZEB de uma edificação, conforme a INI-C.

3.4 Cenário 4 – Projeção Pós Pandemia / Com GD

Como até a elaboração deste trabalho as atividades presenciais do campus ainda não retornaram totalmente, não seria possível observar um nível de consumo semelhante ao Cenário 1. No entanto, é possível estimá-lo como uma projeção, considerando as novas cargas inseridas na MR ainda no ano de 2020, em razão da implementação do sistema de abastecimento de ônibus elétrico.

Partindo do pressuposto que a adição de carga de um ônibus elétrico resultaria em variações no perfil de consumo, mais precisamente nos períodos de recesso estudantil (janeiro, julho e dezembro), um eventual cenário sem pandemia poderia ser representado pelo Cenário 1, com as referidas considerações, conforme mostrado na Figura 10.

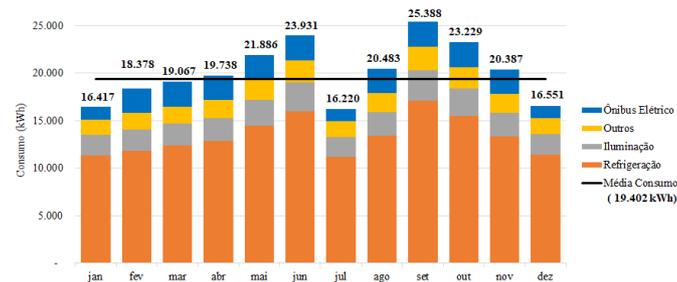


Fig. 10 Estimativa de Consumo do CEAMAZON, período projeção pós pandemia.

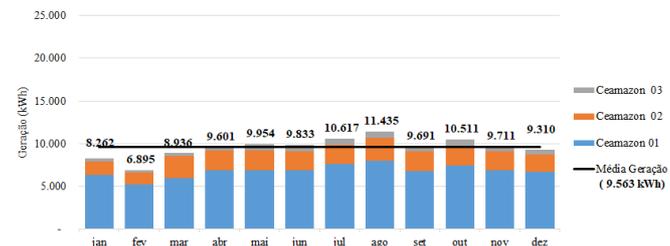


Fig. 11 Estimativa de Geração anual do CEAMAZON, período projeção pós pandemia.

Observa-se a partir dos dados de geração da Figura 11 que a previsão de compensação ainda é de aproximadamente 50% da carga total, reforçando o conceito nZEB, que será demonstrado no próximo tópico.

Os dados projetados descrevem um cenário otimista para a ocupação predial e consequentemente pessimista para o balanço energético. Uma vez que ainda se vive um período pandêmico, caso a ocupação dos prédios em um eventual cenário pós pandemia seja inferior ao registrado no cenário 1, há a possibilidade de um incremento na compensação acima de 50%, semelhante ao observado no cenário 3.

3.5 Avaliação da Edificação segundo o INI-C

A avaliação do uso de sistemas de geração de energia local por meio de fontes de energia renováveis em edificações comerciais, de serviços e públicas, bem como a avaliação de nZEBs e Edificações de Energia Positiva (EEP) são realizadas conforme estabelecido no anexo D da INI-C.

A condição preliminar para uma edificação ser avaliada como nZEB ou EEP está na obtenção da classificação A de eficiência energética, sem considerar o desconto da parcela referente à geração local de energia renovável, ou seja, baseando-se na classificação a partir do consumo de energia primária total da edificação real (Inmetro, 2021).

Cinco classes de eficiência energética estão representadas na INI-C. A classe A é a mais elevada, portanto, não possui limite superior. Há ainda a classe B, abaixo do A, e a classificação C, abaixo da B e acima da classe D, esta última considerada referência pela INI-C, na qual os resultados das edificações reais são comparados e, então, classificados conforme Figura 12 (Inmetro, 2021).

	A	B	C	D	E
Classificação de Eficiência	RedC _{EP} > 3i	3i ≥ RedC _{EP} > 2i	2i ≥ RedC _{EP} > i	i ≥ RedC _{EP} ≥ 0	RedC _{EP} < 0

Fig. 12 Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral (Inmetro, 2021)

Ressalta-se que para este exemplo só foram determinados os consumos dos sistemas individuais, de iluminação e de equipamentos a título de exemplificação da aplicação do método. Apesar de não ter sido realizada, a análise de eficiência energética da envoltória é imprescindível tanto para o cálculo do consumo de refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado pela carga térmica anual, quanto para a classificação final da edificação.

Ao final deste trabalho não foram concluídas as avaliações de envoltória e refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado, tendo sido estimado um limite de consumo a partir das equações algébricas que regem a INI-C, no intuito de auxiliar o planejamento e futuras análises, bem como o redimensionamento de equipamentos existentes.

Para o caso, foi utilizada a classificação geral da edificação, a partir do procedimento de determinação dos consumos do sistema de iluminação pelo método das atividades. Já o consumo de equipamentos foi calculado a partir da Densidade de Potência de Equipamentos - DPE, considerando valores de referência para edificações educacionais. Por fim, os valores de geração local de energia renovável foram obtidos a partir de dados dos sistemas de gerenciamento de dados.

3.5.1 Classificação da eficiência energética geral da edificação

Considera-se o consumo total de energia elétrica da edificação real e de referência o somatório do consumo de refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado, de iluminação, do sistema de aquecimento de água por energia elétrica e o consumo de equipamentos.

Considerando que a edificação não possui consumo de energia térmica entre suas cargas e com base na expectativa de geração renovável do cenário 4 (ver Figura 11), foi possível obter, a partir da Equação 1, o consumo total de

energia elétrica da edificação real esperado para o montante de energia gerada na condição nZEB, ou seja, considerando que a edificação deve ter 50%, ou mais, de sua demanda energética anual suprida por energia renovável gerada localmente:

$$G_{EE} \cdot f_{CE} \geq 0,5 \cdot (C_{EE,real} \cdot f_{CE}) \quad (1)$$

$$114.756 \geq 0,5 \cdot (C_{EE,real})$$

$$C_{EE,real} \leq 229.512 \text{ kWh/ano}$$

Expressando em função do consumo de refrigeração real e isolando o termo, temos a Equação 2:

$$C_{R,real} + 58.386,24 \leq 229.512 \quad (2)$$

$$C_{R,real} \leq 171.125,76 \text{ kWh/ano}$$

Onde:

GEE é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);
fCE é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
CEE,real é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
CR,real é o consumo de refrigeração da edificação real (kWh/ano);

Podemos resumir os parâmetros obtidos e demais limites considerando uma edificação nZEB, mostrados a partir da Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da Edificação

Consumo/Geração	Valor/Limite (kWh/ano)	%Cee,real INI-C	Cenários observados
Refrigeração real	≤ 171.125,76	≤ 74,6%	57%
Iluminação real	19.483,20	8,5%	10%
Equipamentos	38.903,04	16,9%	33%
Energia Renovável	114.756	50%	49,3%
Consumo Total real	229.512	-	-

Os limites encontrados para consumo de refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado foram obtidos por expressões algébricas disponíveis no INI-C, cuja metodologia foi utilizada uma vez que não se dispunha de todos os parâmetros para uma classificação completa da edificação. Os valores encontrados representam limites que poderão auxiliar em futuros estudos de envoltória.

6. CONCLUSÕES

A partir dos cenários observados, é possível concluir que a instalação do SH concomitantemente ao contexto de redução de consumo em decorrência da pandemia do Covid-19 proporcionou janelas de avaliações excepcionais, tendo em vista os impactos do cenário pandêmico sobre a intercorrência na eficiência energética em edificações, resultante da dinâmica da sua utilização pela sociedade.

Em geral, a partir das análises mostradas, a edificação objeto deste estudo possui um forte potencial para obtenção de uma certificação nZEB a partir dos procedimentos disponíveis no INI-C.

Apesar do cálculo de carga térmica para refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado, parâmetro dependente da análise de envoltória, não estar disponível, em trabalhos futuros poderá ser possível compará-lo com os dados obtidos, assim como realizar estudos de emissões de dióxido de carbono.

Como o consumo de refrigeração a partir das cargas de ar-condicionado representa uma considerável parcela do consumo total da edificação, verifica-se que em caso de redimensionamento desse sistema, poderá levar-se em conta a carga térmica, observando-se os limites desenvolvidos neste artigo.

O levantamento de cargas de iluminação realizado neste estudo é apropriado, porém, para que a certificação do sistema seja válida, é fundamental a implementação de sistemas de automação, assim como a avaliação de classificação individual do sistema.

Visando um melhor gerenciamento de energia da edificação, observa-se a necessidade de um acompanhamento do consumo relacionado ao abastecimento dos ônibus, estabelecendo limites padronizados ou disponibilizando outras centrais de abastecimento em outras edificações nZEB que possam ser desenvolvidas no campus.

REFERÊNCIAS

- Andrade, V. B. (2020) '146. Planejamento - Modelagem e Simulação de Cenários da Operabilidade de uma Mini Rede Híbrida com Geração Fotovoltaica-Diesel, Armazenamento de Energia Conectada à Rede'.
- BRASIL (2020) 'Nota Técnica-Ações para Promoção da Eficiência Energética nas Edificações Brasileiras: No Caminho da Transição Energética', Ministério de Minas e Energia (MME). Empresa de Pesquisa Energética – EPE.
- BYD (2021) 'BYD D9W 20.410 PADRON PISO BAIXO'. Available at: http://www.byd.ind.br/2020/wp-content/uploads/2020/12/BYD-D9W-20.410-v.-7.0-2020_print-min.pdf.
- GBC Brasil - Conheça a Certificação LEED. Available at: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/> (Accessed: 15 September 2021).
- Inmetro (2021) 'Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas', p. 139. Available at: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002707.pdf>.
- JÚNIOR, L. O. B. P. (2020) 'Análise da Eficácia na Mudança da Metodologia Prescritiva do RTQ-C: Diagnóstico Energético da Envoltória de Edificações em Blocos Concatenados'.
- Kim, J. H., Kim, H. R. and Kim, J. T. (2015) 'Analysis of photovoltaic applications in zero energy building cases of IEA SHC/EBC Task 40/Annex 52', Sustainability (Switzerland), 7(7), pp. 8782–8800.
- Maruf Ahmed, S. M., et al. (2020). 'An approach of a nearly zero-energy building (nZEB) to build an official zone with Micro-grid', 6th IEEE International Energy Conference.
- 'Nota GT UFPA sobre a Pandemia do Covid-19' (2020). Available at: <https://www.ppgee.propesp.ufpa.br/index.php/br/programa/noticias/todas/781-nota-gt-ufpa-sobre-a-pandemia-do-covid-19>.
- PBEEDIFICA (2021a). Available at: <https://pbeedifica.com.br/sobre> (Accessed: 15 September 2021).
- PBEEDIFICA (2021b) Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Available at: <http://www.pbeedifica.com.br/inic> (Accessed: 17 November 2021).
- PBEEDIFICA (2021c) 'Manual de aplicação da INI-C Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas'. Available at: http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_INI-C_JUN_V01.pdf.
- Rey-Hernández, J. M. et al. (2018) 'Energy analysis at a near zero energy building. A case-study in Spain', Energies, 11(4)
- Tabora, J. M., Carvalho, U., et al. (2021) 'Hybrid System Assessment in On-Grid and Off-Grid Conditions: A Technical and Economical Approach'.
- Truong, N. X. et al. (2017) 'Grid-connected PV system design option for nearly zero energy building in reference building in Hanoi', IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies.
- UFPA (2021). UFPA mantém suspensão de atividades acadêmicas e administrativas presenciais por tempo indeterminado. Available at: <https://www.ppgee.propesp.ufpa.br/index.php/br/programa/noticias/todas/785-ufpa-mantem-suspensao-de-atividades-academicas-e-administrativas-presenciais-por-tempo-indeterminado>.
- USGBC - U.S. Green Building Council (2021). Available at: <https://www.usgbc.org/about/brand> (Accessed: 15 September 2021).