



**XVI CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO, AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR**  
São Paulo Expo - 10 a 13 de setembro de 2019

## **DESAFIOS PARA MANUTENÇÃO DO CONCEITO NETZERO: O CASO DO EDIFÍCIO DO CENTRO SEBRAE DE SUSTENTABILIDADE, EM CUIABÁ-MT**

ALBERTO HERNANDEZ NETO; LUCIANE CLEONICE DURANTE; RAQUEL MOUSSALEM APOLÔNIO; IVAN JULIO APOLÔNIO CALLEJAS; KARYNA DE ANDRADE CARVALHO ROSSETI; JOSÉ VINNICIUS RANIERI MOREIRA

### **RESUMO**

Esse artigo tem por objetivo analisar estratégias de operação do edifício do Centro SEBRAE de Sustentabilidade (CSS), localizado na região Centro Oeste do Brasil, para manutenção da sua condição de Energia Zero, frente aos desafios de ampliação de suas demandas. A metodologia consistiu de levantamento de dados do consumo e produção de energia (em projetos, laudos técnicos e faturas) e de simulação computacional. Para validação dos dados simulados com o perfil de consumo existente, utilizaram-se os indicadores de qualidade para modelos de simulação Erro Quadrático Médio e Coeficiente de Variância do Erro Quadrático. Devido à dificuldade em reproduzir o perfil de ocupação e consumo da edificação, não foram atingidos valores adequados tanto para o consumo quanto para a produção de energia elétrica. Para manutenção da condição de edifício Energia Zero, conclui-se que a produção de energia deve ser incrementada em 22%. Propuseram-se como estratégias, o retrofit dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, o que reduziria o consumo em 2,1 e 5,2%, respectivamente, após o que sugere-se implementar a transferência de parte da produção da microssina do edifício sede do SEBRAE, localizado no mesmo terreno do CSS, compondo um conjunto de medidas integradas de eficiência e incremento da produção.

**Palavras-chave:** Construções sustentáveis. Consumo de energia. Eficiência Energética.

### **ABSTRACT**

This article aims to analyze some management strategies of the SEBRAE Center of Sustainability building (CSS), located in the Midwest region of Brazil, to maintain its Zero Energy status, facing the challenges of expanding its demands. The methodology consisted in data collection of consumption and production of energy (in projects, technical reports and invoices) and computer simulation. In order to validate the simulated data with the existing consumption profile, were used two indicators for simulation models: Mean Square Error and Quadratic Error Variance Coefficient. Due to the difficulty in reproducing the occupancy and consumption profile of the building, adequate values were not reached for both the consumption and the production of electricity. To maintain the Zero Energy building condition, it is concluded that energy production should be increased by 22%. The retrofit of lighting and air conditioning systems were proposed as strategies, which would reduce consumption by 2.1 and 5.2%, respectively, after which it is suggested to implement the transfer of part of the production of the another SEBRAE building generation system, located in the same field of CSS, composing a set of integrated measures of efficiency and increase of production.

**Keywords:** Sustainable buildings. Energy consumption. Energy Efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2016), os edifícios residenciais, comerciais e públicos brasileiros são responsáveis por 50% do consumo total de energia elétrica, com projeção de crescimento de 3,9% ao ano até 2026 (EPE, 2017). Existem algumas alternativas para reduzir esse elevado consumo de energia das edificações, como a efficientização dos sistemas de iluminação e condicionamento térmico, a adoção de estratégias arquitetônicas bioclimáticas e a geração da própria energia, preferencialmente, por meio de fontes renováveis - painéis fotovoltaicos, energia eólica, aquecedores d'água por irradiação solar, dentre outros, que conduzem o edifício à autossuficiência, constituindo o que se denominam de edifícios Energia Zero.

De acordo com Torcellini et al. (2006), tem-se quatro definições diferentes para os Edifícios Energia Zero (EEZ): edifícios de energia zero (net zero source energy), custo de energia zero (net zero energy costs), emissões de energia zero (net zero emissions) e energia local zero (net zero site energy).

Nos edifícios de energia zero (net zero source energy), faz-se uso do conceito de energia primária, que é contabilizada na fonte, e considera a eficiência geral do sistema de geração elétrica dos diferentes tipos de energia utilizados, principalmente na geração e transmissão da energia. Já os edifícios com emissões de energia zero (net zero emissions), o enfoque é para as emissões decorrentes da geração da energia, ou seja, o edifício deve produzir, por meio de fontes de energia de emissões zero, toda a energia por ele utilizada.

Nos edifícios com custo de energia zero (net zero energy costs) considera-se que o custo pago pela energia que o edifício exporta para a rede deve ser pelo menos igual a quantia que se paga à concessionária pelos serviços de energia. Neste caso, o edifício necessita cobrir o custo da energia importada da rede que é dependente dos subsídios do governo à energia renovável.

A definição dos edifícios energia local zero (net zero site energy), em virtude da sua simplicidade, é a que tem sido preferida, pois a contabilização do consumo pode ser feita por meio de leitura em um medidor, cujo balanceamento é expresso pela neutralidade do seu balanço energético e/ou de emissões. Ressalta-se que em todos os tipos de edifícios definidos, é usual que o balanço seja feito sempre durante o período de um ano.

Cada uma das definições tem pressupostos baseados em diferentes princípios utilizados na fase de concepção do edifício, o que os torna na maioria das vezes incompatíveis e incomparáveis entre si (CB3E, 2013).

Países da Comunidade Europeia e os Estados Unidos estabeleceram, como meta de desempenho energético para o ano de 2020, que todas as novas edificações sejam capazes de suprir suas próprias demandas energéticas

(EUROPEAN..., 2010, UNITED..., 2014). No Brasil, ainda não há normatização que imponha tal obrigatoriedade para os edifícios, tampouco uma norma que apresente conceitos e critérios de projeto para edifícios Energia Zero. No entanto, já existem alguns organismos de certificação de edificações sustentáveis impulsionando a sua concepção e utilização, visando demonstrar que autossuficiência energética para novas edificações até 2030 é uma meta possível de ser alcançada (GBC BRASIL, 2014).

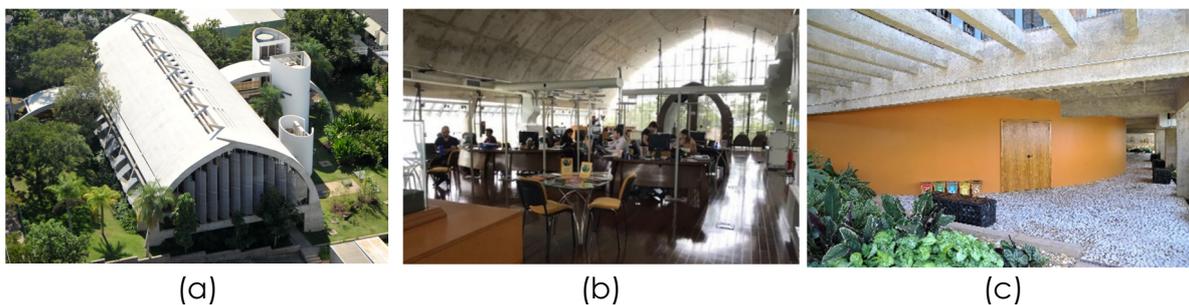
Vários EEZ educacionais, comerciais e residenciais já foram construídos, principalmente no Hemisfério Norte, visando demonstrar a aplicabilidade e funcionalidade dos mesmos. No Hemisfério Sul, a grande maioria se concentra-se na Oceania (Austrália), enquanto que no Brasil, assim como em toda a América do Sul, nota-se que poucos são os edifícios projetados para suprir a sua própria demanda de energia (GBC BRASIL, 2014). Diante deste cenário, é importante fomentar a transformação dos edifícios nacionais brasileiros por meio da melhoria do desempenho energético e utilização de fontes energia renováveis. O objeto de estudo deste artigo é um deles, reconhecido nacional e internacionalmente, com os selos Procel Edifica e BREEAM In Use, como uma edificação sustentável.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é analisar as estratégias para operação e manutenção da condição de Energia Zero do Centro SEBRAE de Sustentabilidade (CSS), localizado na região Centro Oeste do Brasil frente aos desafios de ampliação de suas demandas de atuação.

## 2 O CENTRO SEBRAE DE SUSTENTABILIDADE (CSS)

O edifício possui formato ogival, resgatando fundamentos da cultura do povo indígena Yawalapiti, incorpora aspectos tecnológicos da construção em concreto armado e vidro (Figura 1).

Figura 1 – Vista aérea do edifício (a), Interior do Salão principal (b) e paredes externas do Auditório no Subsolo (c)



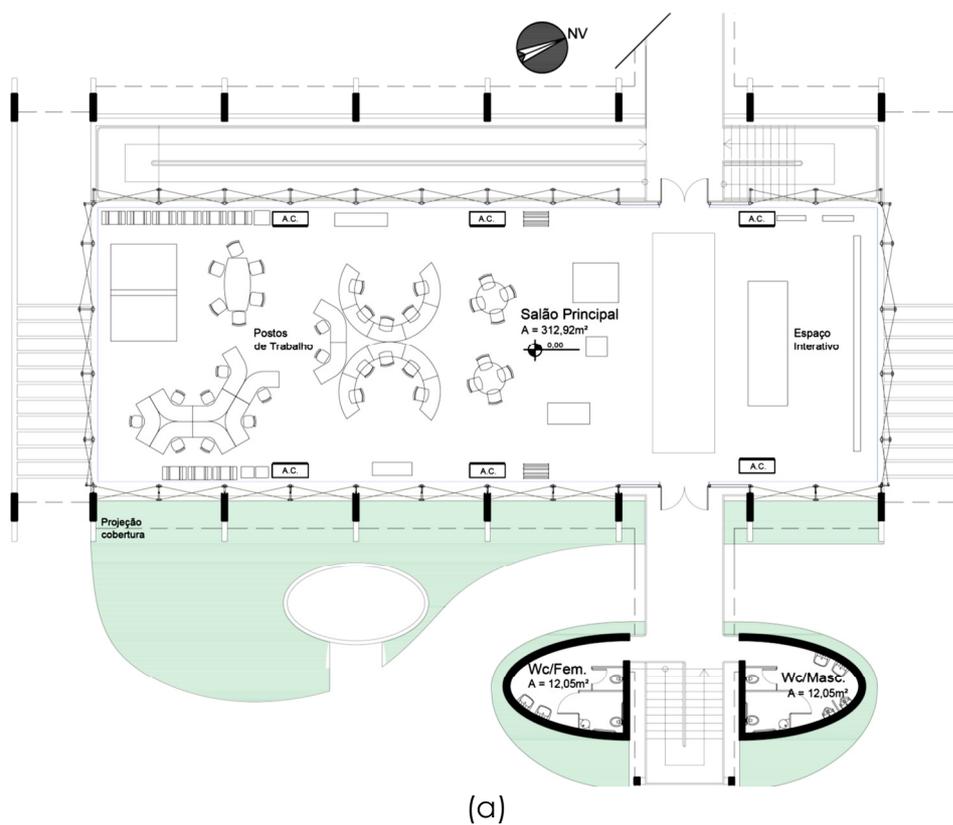
Fonte: Acervo Fotográfico do CSS

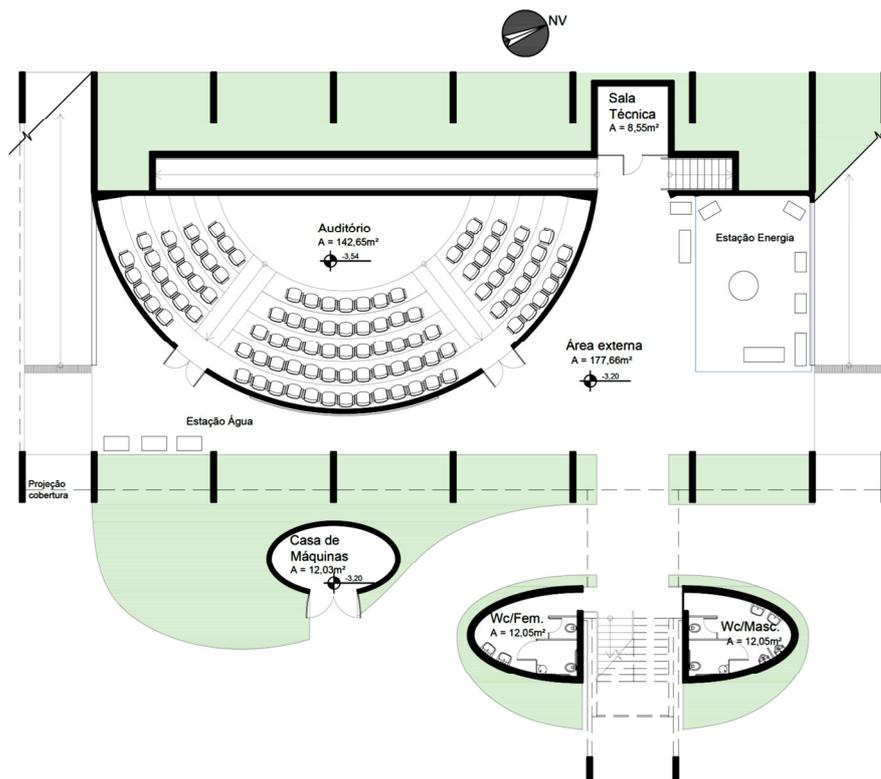
A edificação se distribui em dois pavimentos. O pavimento térreo contém o Salão Principal (Figura 2a), com todas as vedações verticais em vidro que possibilitam incidência mínima de radiação solar direta e permitem a visão de fora e contato visual dos ocupantes e do ambiente exterior de qualquer posto de trabalho. O subsolo contém um auditório para 100 pessoas e uma sala técnica (Figura 2b), projetado com aproveitamento do perfil

topográfico do terreno.

A cobertura, composta por duas cascas de concreto disposta de forma paralela, possibilita a captação de água da chuva para reuso na irrigação e limpeza e o resfriamento da cobertura. Os extensos beirais auxiliam no sombreamento das vedações em vidro, complementado por brises metálicos móveis que ocupam todo o perímetro da edificação.

Figura 2 – Planta baixa (a) Pavimento Térreo e (b) Subsolo.





(b)

Fonte: Elaborado pelos autores

O edifício foi concebido preservando a declividade original do terreno e a vegetação nativa. O paisagismo insere espécies dos três biomas de Mato Grosso – Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal. Como recursos bioclimáticos de projeto, citam-se, ainda, o sombreamento arbóreo, o uso da inércia térmica do solo nas vedações do Auditório e o aproveitamento da iluminação natural lateral e zenital, com seis domus na cumeeira da casca, que permitem luz difusa no Salão Principal.

As propriedades térmicas da envoltória constam da Tabela 1. A absorptância média ponderada das fachadas é de 39%, 37%, 44% e 26% para as fachadas Norte, Sul, Leste e Oeste, respectivamente, considerando a cobertura de cor branca e as paredes do Auditório de cor laranja (Figuras 1a e 1c).

Tabela 1 – Composição das s dos principais ambientes da edificação

Componente	Ambientes	Espessura [m]	Transmitância térmica [W/m².°C]	Capacidade térmica [kJ/m²K]
Cobertura	Salão Principal	0,62	0,2541	487
	Sala Técnica	0,8	1,800	530
	Auditório	0,662	1,9553	-
Fechamentos verticais	Sanitário	0,24	2,02	202
	Auditório	0,15	2,43	152
	Sala Técnica	0,20	2,02	192

As densidades de potência de iluminação (DPI) e as potencias dos

equipamentos, com os respectivos horários de operação constam da Tabela 2, cujos valores são usados na simulação termoenergética da edificação.

Tabela 2 – Sistema de iluminação considerado no modelo

Ambientes	Área [m <sup>2</sup> ]	DPI [W/m <sup>2</sup> ]	Horário de funcionamento
<b>Iluminação</b>			
Salão principal, Térreo	312,56	0,84 a 1,52	1h/dia (das 16h as 17 h)
WC Masc, Térreo	11,87	5,81	15min/dia
WC Fem, Térreo	11,87	5,81	15min/dia
WC Masc, Pilotis	11,87	5,81	15min/dia
WC Fem, Pilotis	11,87	5,81	15min/dia
Auditório, Pilotis	142,05	7,93	1h de manhã e 1 à tarde. Total: 2h/dia;
Sala técnica, Pilotis	10,55	2,18	15min/dia
Área externa, Pilotis	128,91	5,64	1h de manhã e 1h a tarde. Total: 2h/dia;
Sala de vidro, Pilotis	33,67	5,64	Total: 2,5h/dia;
Iluminação externa	-	990 W	Das 18h as 22 h
<b>Equipamentos</b>			
Salão principal, Térreo	312,56	a. 13,83 b. 14,02	a. 1h de manhã e 1h a tarde. Total: 2h/dia; b. Das 07h:30min as 12h; das 13h:30min as 17 h
Auditório, Pilotis	142,05	13,67	1h de manhã e 1h à tarde. Total: 2 h/dia;
Sala técnica, Pilotis	10,55	2,18	24h/dia
Área externa, Pilotis	128,91	a. 2,45 b. 13,5	a. 24h/dia b. 1h de manhã e 1h à tarde. Total: 2 h/dia
Bombas d'água para reuso e irrigação, inseridas nos sanitários do Térreo	11,87	31,17	30min/dia

Quanto ao sistema de climatização, foi instalado no Salão Principal um sistema de condensação do tipo multisplit com Volume de Refrigerante Variável (VRV) com eficiência COP de 2,95. Neste sistema, duas unidades condensadoras localizadas na área externa, sobre a torre dos sanitários, suprem seis unidades evaporadoras (unidades internas). O Auditório possui duas unidades para climatização do ambiente, cada uma constituída por sistema de compressão de vapor do tipo Splitão, com insuflamento e retorno por rede de dutos e eficiência COP de 2,2. Na Estação de Energia e na Sala Técnica estão instalados condicionadores de ar Split Inverter, de COP 3,2.

O CSS apresenta geração de energia por meio de 180 painéis fotovoltaicos nas coberturas do estacionamento (sistema Building Integrated PhotoVoltaic - BIPV) com potência aproximada de 45kWp, com os seguintes parâmetros: dimensão de cada placa fotovoltaica: 1690 mm X 990 mm X 40 mm, inclinação: 15°, orientação: 292°N e eficiência: 15,4%.

Avaliou-se o comportamento do consumo de energia do edifício entre 2015 e março de 2019 de duas maneiras. A primeira trata dos dados do ano de 2015, ano anterior a operação da microssina, por meio do histórico de consumo de energia da concessionária. A partir de 2016, devido a operação da microssina, foram utilizadas as medições obtidas por meio de medidor bidirecional instalado na entrada de energia, em que os dados são fornecidos pela concessionária, e por sistema de monitoramento SCADA instalado em conjunto com a microssina.

Portanto, o consumo de energia no período 2016-2019 é avaliado de forma indireta (Equação 1) pois não se tem medidor dedicado a este parâmetro.

$$E_{\text{consumida}} = E_{\text{gerada}} + (E_{\text{injetada}} - E_{\text{medida}}) \quad (1)$$

- $E_{\text{consumida}}$  = energia elétrica consumida pela edificação [kWh];
- $E_{\text{gerada}}$  = energia elétrica medida por meio de sistema de monitoramento da edificação, SCADA [kWh];
- $E_{\text{injetada}}$  = energia elétrica injetada na rede de distribuição como excedente produzido pela microssina, avaliada pelo medidor bidirecional, fornecido pela concessionária [kWh];
- $E_{\text{medida}}$  = energia elétrica consumida pela edificação e fornecida pela rede de distribuição, avaliada pelo medidor bidirecional, fornecido pela concessionária [kWh].

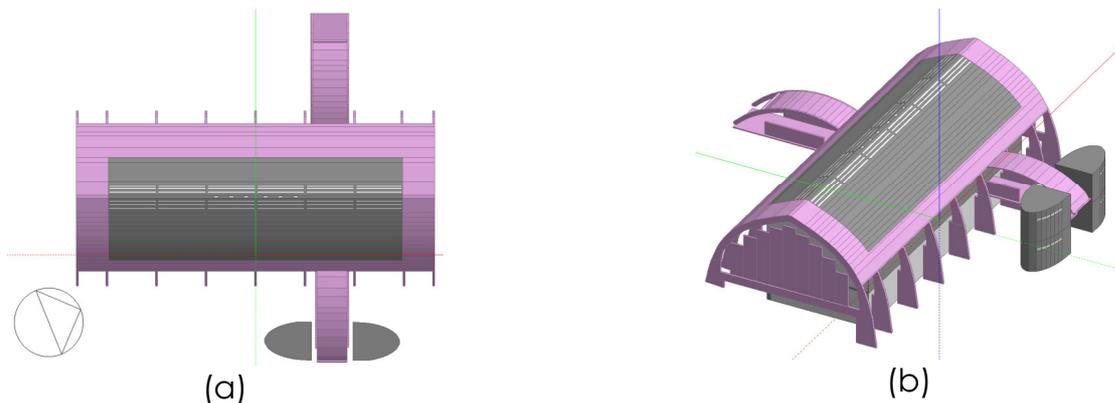
Foram utilizados os softwares *Design Builder*® versão 3.4 (Design Builder Software, 2019) e *Energy Plus*® versão 8.1 (DOE, 2018) para a modelagem e simulação da edificação. Estes softwares atendem aos pré-requisitos específicos exigidos pela metodologia de simulação do RTQ-C e certificações de edificações. O arquivo climático utilizado corresponde ao da cidade de Cuiabá obtido no sítio do Energy Plus (<https://energyplus.net/weather>).

Para modelagem e simulação da edificação, primeiramente definiu-se o zoneamento térmico, permitindo a avaliação do desempenho termoenergético de cada ambiente, levando-se em consideração as características de uso, as cargas de iluminação, equipamentos e o sistema de climatização.

Os dados utilizados para o modelo do CSS correspondem à situação atual da edificação e foram obtidos por meio de levantamento in loco, projetos, memorial descritivo, laudos técnicos, e levando-se em consideração as evidências da certificação BREEAM In Use e etiquetagem PROCEL Edifica. Foram modeladas nove zonas térmicas principais e nelas distribuídas as cargas de iluminação, equipamentos, pessoas e horários de ocupação, de maneira mais fidedigna possível ao que acontece na edificação. As vistas do modelo desenvolvido são apresentadas nas Figura 3.

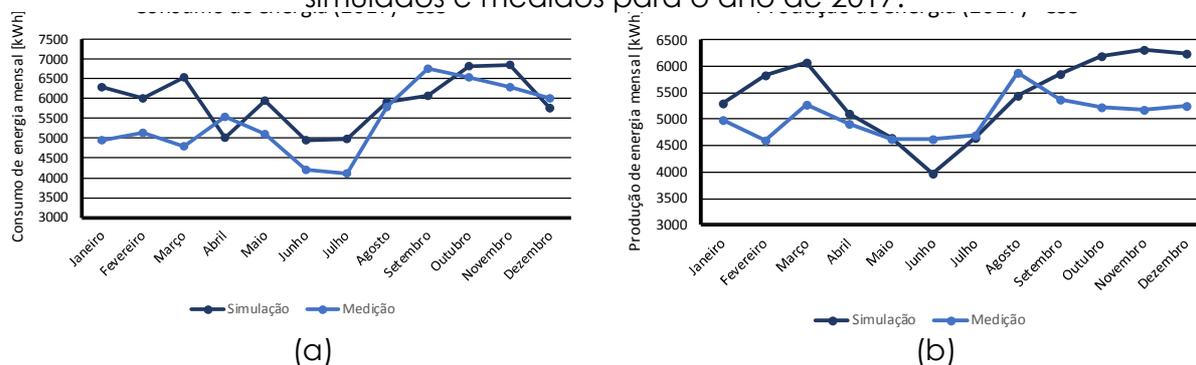
Com base nestes dados e juntamente com as demais especificações do sistema elétrico da microssina, foi desenvolvido modelo para previsão do consumo e da produção de energia cujos resultados foram comparados com os dados fornecidos pelo sistema de monitoramento e pelo medidor bidirecional (Figuras 4a e 4b), considerando o ano de 2017.

Figura 3 – Modelo de simulação em planta (a) e em perspectiva (b). Em cinza está a envoltória e em roxo estão os elementos de sombreamento.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4 – Comparação do perfil de (a) consumo e (b) produção de energia simulados e medidos para o ano de 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores

Para a validação dos modelos, utilizaram-se dois indicadores de qualidade para modelos de simulação propostos por diversas entidades na área de medição e verificação (ASHRAE, 2002; EVO, 2011; USDOE, 2015) denominados Erro Quadrático Médio (EQM) e Coeficiente de Variância do Erro Quadrático Médio (CVEQM), conforme Equações 2 e 3.

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i - m_i)}{\sum_{i=1}^N (m_i)} \times 100 \tag{2}$$

$$CVEQM = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (s_i - m_i)^2 / N}}{\bar{m}} \times 100 \tag{3}$$

Onde:

- $s_i$  = resultado de simulação;
- $m_i$  = dado de medição;
- $i$  = indicador de intervalo de 1 a N. Para um ano de avaliação, se o intervalo for horário o valor de N será 8760, no intervalo mensal N é igual a 12 e no intervalo anual N é igual a 1;
- $\bar{m}$  = valor médio do parâmetro medido.

De acordo com os critérios da ASHRAE (2002), EVO (2011) e USDOE (2015), os valores apresentados na Tabela 3 são considerados os valores máximos dos indicadores propostos para que os resultados de uma simulação possam ser

definidos como adequados para representar o comportamento do desempenho de um modelo em relação aos dados medidos e, dessa forma, se possa afirmar que o modelo está calibrado.

Tabela 3 – Indicadores de qualidade de resultados de simulação

Entidade	Critério mensal		Critério horário	
	EQM [%]	CVEQM [%]	EQM [%]	CVEQM [%]
Diretriz 14 (ASHRAE, 2002)	5	15	10	30
IPPMVP (EVO, 2012)	20	---	5	20
Diretrizes M&V (ASHRAE, 2015)	5	15	10	30

Para os modelos da edificação, bem como da microssina, foram calculados os valores de EQM e CVEQM mensais para os dados medidos e simulados e os resultados constam da Tabela 9.

Tabela 9 – Comparação dos indicadores EQM e CVEQM para o consumo de energia elétrica (CEE) e a produção de energia elétrica (PE) da edificação

Parâmetro	EQM [%]	CVEQM [%]
CEE	8,2	15,7
PE	8,2	14,4

Pode-se observar que os valores de EQM e CVEQM não atingiram o nível adequado tanto para o consumo de energia como para a produção de energia. Pode-se atribuir este comportamento a dificuldade de se reproduzir com fidelidade o perfil de ocupação da edificação, principalmente nos horários de visita. Além disso, como não havia disponibilidade de dados climáticos do ano analisado (2017), foi utilizado, para as simulações, arquivo de dados climáticos típicos que é construído com base em valores médios de um período de dez anos.

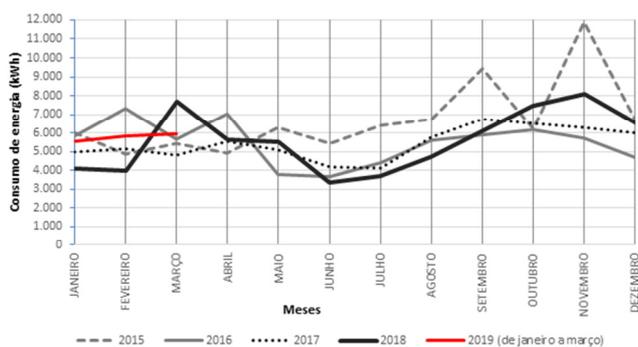
### 3 RESULTADOS

Utilizando a Equação 1, determinou-se o consumo de energia para o período de 2016 a março de 2019. A média anual de consumo para os anos de 2016, 2017 e 2018 são, respectivamente, 5.479, 5.433 e 5.577 kWh. Pode-se observar, também, na Figura 5a que, nos meses de setembro e novembro de 2015, houve um aumento atípico de consumo devido ao maior uso do Auditório, como resposta a estratégias de divulgação e disseminação das ações do CSS.

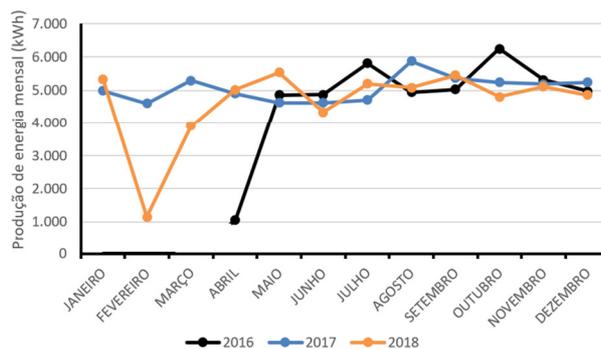
O perfil de produção de energia da microssina foi avaliado para o período de 2016 a 2019 (Figura 5b). A produção nos meses de abril de 2016 e fevereiro de 2018 diferenciou-se devido a problemas de instalação e operação atípicas. Além disso, a média anual de produção para os anos de 2016, 2017 e 2018 são, respectivamente, 4.786, 5.056 e 4.649 kWh, segundo os dados obtidos pelo sistema de monitoramento SCADA.

Figura 5. Perfil de (a) consumo de 2015 a março de 2019 e (b) produção mensal de energia na CSS no período de abril de 2016 a março de 2018.

## CONBRAVA 2019 – São Paulo Expo, 10 a 13 de Setembro de 2019 - São Paulo, Brasil



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelos autores

Pode-se observar pela Figura 5a que o consumo da edificação vem aumentando ao longo dos anos em função do aumento da sua ocupação e a instalação de novos equipamentos para a melhoria das exposições e dos espaços utilizados pelo público visitante.

Essas alterações de consumo foram incorporadas ao modelo calibrado da edificação e uma nova simulação foi realizada e os seus resultados foram comparados com a capacidade de produção da microssina. Verificou-se um aumento de 22% no consumo da edificação, de forma que a microssina na sua capacidade atual não atende a esta demanda. Portanto, as seguintes ações foram propostas para a redução desta demanda:

- Retrofit da iluminação: troca das lâmpadas fluorescentes atuais por luminárias com LED promovendo uma redução de 2,1% na demanda;
- Retrofit do sistema de climatização do auditório: o equipamento seria substituído por um sistema mais eficiente sendo que o COP passaria de 2,2 (atual Splitão) para 3,1 (resfriador com condensação a ar). Esta mudança resultaria em uma redução de demanda de 5,2%.
- Retrofit do sistema de geração de energia: com a implantação das mudanças propostas, a edificação ainda ficaria com um déficit de produção de energia para atender os critérios de edificação energia zero. Dessa forma, parte da produção da microssina usada na sede do SEBRAE poderia ser transferida para a edificação do CSS.

## 4 CONCLUSÕES

O Centro SEBRAE de Sustentabilidade possui estratégias de divulgação e disseminação das ações quanto a eficiência e geração de energia. Nesse sentido, conclui-se que para a manutenção da condição de Energia Zero da edificação é necessário atender as propostas de adequação de desempenho quanto ao retrofit da iluminação, do sistema de climatização do auditório e do sistema de geração de energia.

Além disso, a simulação e reprodução do perfil de consumo e geração de energia elétrica não atenderam os níveis máximos dos critérios estabelecidos

pelas organizações ASHRAE (2002), EVO (2011) e USDOE (2015). Deve-se compreender que as potências apresentadas nos equipamentos não representem que os mesmos utilizem toda a potência.

Apesar da média de consumo energético estar superior à média de produção energética, deve-se entender que o CSS está em adaptação para atender a condição de Energia Zero e continuar suas estratégias para disseminar o conhecimento e experiência quanto ao consumo e produção de energia elétrica.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos gestores do SEBRAE-MT pela ampla disponibilidade dos dados da pesquisa, ao Laboratório de Tecnologia e Conforto Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso e ao Grupo de Pesquisa em Refrigeração, Ar Condicionado e Conforto Térmico (GREAC) da Escola Politécnica – USP.

## REFERÊNCIAS

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Guideline 14-2002: Measurement of energy and demand savings**. [S.l.], 2002.

EVO - EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION. **International Protocol for Measurement and Certification of Performance**, volume 1. Toronto: Canadá, 2011.

DesignBuilder Software Ltd. **Design Builder Reference**. Disponível em: <https://designbuilder.co.uk/>, acesso em: abril 2019.

DOE – Department of Energy – USA. **Energy Plus Engineering Reference**. 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos ((2017-2026))**. Rio de Janeiro: EPE. 2017. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001\\_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026\\_VF\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF[1].pdf)>. Acesso em: abril 2019. 95 p.

EUROPEAN UNION. **Directive 2010/31/EU: of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>>. Acessado em: abril 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional**: 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em: Abril 2019.

CONBRAVA 2019 – São Paulo Expo, 10 a 13 de Setembro de 2019 - São Paulo, Brasil

UNITED STATE DEPARTMENT OF ENERGY. **Building Technologies Program, Planned Program Activities For 2008-2012**. Disponível em:

<<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/corporate/myp08complete.pdf>>. Acessado em: Abril 2019.

USDOE - U.S. Department of Energy. **M&V Guidelines: Measurement and Verification for Performance- Based Contracts Version 4.0**. Washington, D.C., 2015.

TORCELLINI, P.; SHANTI PLESS; DERU, M.; CRAWLEY, D. **Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition**. ,2006. Disponível em:

<<http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>>.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – CB3E.

**Proposição de estratégias para obtenção de Edifícios de Energia Zero**. Florianópolis: Eletrobas. 2013. 67p.

GBC Brasil. **Green Building Council Brasil**. 2014. Disponível em:

<<http://www.gbcbrazil.org.br/zero-energy.php>>. Acessado em: Abril 2019.