

# Edifícios Comerciais Energeticamente Autosuficientes em Vitória

Anderson A. Fraga

1 de novembro de 2020

A energia elétrica é um recurso essencial para o desenvolvimento econômico de um país, para a qualidade de vida da população e para a manutenção do meio ambiente por meio de seu uso eficiente. A importância do uso racional e eficiente deste recurso torna imprescindível a conservação e redução do seu desperdício para a sustentabilidade do ambiente em que se vive. Esta gestão eficiente do consumo de energia é essencial para reduzir o impacto energético de setores como o de edificações, o qual consome cerca de 36 a 40% da energia total final no mundo.

Um exemplo da importância deste recurso e de seu uso devidamente planejado pôde ser observado durante a crise brasileira. Ocorrida em 2001, esta crise provocou mudanças no planejamento do fornecimento de energia elétrica, com o posterior surgimento de medidas atenuantes às dificuldades de cunho ambiental e de infraestrutura da época. Em seu ápice, no ano de 1999, o país passou pelo período popularmente denominado “apagão”, o qual representou a falta de fornecimento em 70% do território nacional. O consumo de energia elétrica, entre os anos de 1990 e 2000, sofreu aumento de 49%, enquanto a capacidade instalada foi expandida em 35%, ocasionando o descompasso entre consumo e fornecimento nesta época.

Em contraponto à demanda e ineficiência energética, as edificações comerciais, em particular as de escritório, podem desempenhar funções estratégicas como minimizar o uso energético e produzir eletricidade, aproximando ou tornando zero a razão entre a produção e o consumo de energia. Estas edificações são denominadas edificações com balanço energético nulo, ou *Zero Energy Buildings* – ZEB.

Com a introdução de uma ZEB, a exploração de recursos renováveis complementares como a energia solar, e a utilização de tecnologia solar fotovoltaica, surgem como opção para minimizar as consequências negativas causadas por condições climáticas, de infraestrutura e socioeconômicas adversas. A disponibilidade de recursos naturais como a radiação solar recebida no Brasil, por exemplo, concentra grande capacidade de geração de energia solar. Esta mesma quantidade de radiação está acima dos níveis de países tradicionais na geração de energia fotovoltaica, o que ratifica a adoção deste recurso como forma de reduzir o uso de fontes de energia fósseis.

No âmbito estadual, o Espírito Santo vem apresentando redução na produção de energia limpa quando comparado proporcionalmente ao consumo de fontes tradicionais. Existe ainda a parcela de geração de energia elétrica oriunda de fontes não-renováveis de energia, como usinas termelétricas, correspondendo a 65% de toda a capacidade instalada em operação do Espírito Santo, restando 35% de fontes renováveis, composta por usinas hidrelétricas, com participação de 34%, e geradores de energia solar fotovoltaica, com 1%.

Além do baixo aproveitamento de energias provenientes de fontes renováveis, o estado ainda conta com edificação com baixo desempenho termoenergético, principalmente edificações comerciais. Estas, mesmo

após legislações sobre metas de desempenho energético publicadas após 2003, não atendem boa parte dos critérios definidos, muito menos adotam materiais e componentes com a eficiência necessária para desenvolver um estado de uso eficiente de energia elétrica.

Desta forma, considerando as características do ambiente construído no âmbito da Região Metropolitana da Grande Vitória e brasileiro, uma questão foi levantada: é possível desenvolver edificações cujos valores de demanda e produção de energia elétrica resultem em nulo ou quase nulo em Vitória? Assim, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a aplicabilidade do conceito *Zero Energy* em edificações comerciais, especificamente de escritório, com o intuito de verificar a validade do método para o cenário construtivo brasileiro, utilizando como recorte territorial e cenário urbano para o estudo a cidade de Vitória (ES).

Como ponto de partida, define-se que um edifício *Zero Energy* – ZEB, ou em português, balanço energético nulo, é uma edificação energeticamente eficiente onde, considerada a fonte energética, a energia elétrica fornecida pela concessionária é anualmente menor ou igual à quantidade de energia renovável exportada pela edificação para a rede.

Uma outra definição importante iniciada na Europa foi proposta para edificações *Near Net Zero Energy*, nZEB, e em português, próximo ao balanço energético nulo, se apoia na premissa do aproveitamento máximo de recursos para produção de energia, implementando mecanismos à edificação de forma que este aproveitamento aconteça, e a utilização à nível ótimo da energia primária, para um consumo maior que 0 kWh/m<sup>2</sup> ao ano.

Ainda sobre a eficiência energética no ambiente construído, estudos desenvolvidos pela *United Nations Environment Programme* apontam que 103 países definiram a eficiência energética e uso de energias renováveis como parte importante do seu planejamento estratégico, e destes, 79 são países emergentes e em desenvolvimento. Constata-se, ainda, que o consumo de energia poderia ter sido 12% maior em 2017 caso as políticas públicas mencionadas anteriormente não tivessem sido implementadas desde o ano 2000.

Após a definição dos conceitos, o trabalho foi desenvolvido com base em três grandes etapas, onde a primeira consistiu em realizar o levantamento das edificações dentro de um recorte territorial pré-estabelecido, selecionar as características construtivas e arquitetônicas mais frequentes entre elas e construir modelos representativos do cenário observado; a segunda consistiu em submeter os modelos representativos à simulações computacionais para avaliar o desempenho energético, as possíveis formas de efficientização e de produção de energia; e por fim, a terceira etapa, na qual foi realizada avaliação dos resultados e da viabilidade econômica de implantação do sistema de produção de energia, como representado na Figura 1.

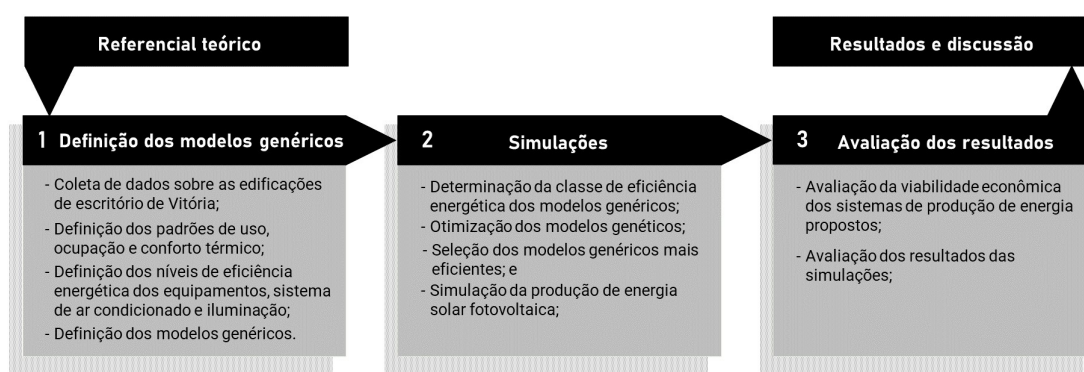


Figura 1 - Fluxograma da avaliação da edificação.

Após a conclusão do levantamento, as edificações selecionadas foram resumidas às características mais frequentes entre elas e, assim, traduzidas em um modelo computacional que compusesse um retrato das edificações comerciais de escritório da cidade de Vitória. Essas características foram divididas entre dois modelos com quantidades de pavimento-tipo que representassem edificações com menos pavimentos, com 8, e mais pavimentos, com 19, como mostra a Figura 2.

Os edifícios selecionados foram resumidos às características mais frequentes entre elas e, assim, traduzidas em um modelo computacional que compusesse um retrato das edificações comerciais de escritório da cidade de Vitória. Essas características foram divididas em dois modelos com quantidades de pavimento-tipo que representassem edificações com menos pavimentos, com 8, e mais pavimentos, com 19, como mostra a Figura 2. Além do número de pavimentos, elas conformam dois pavimentos-garagem, um pavimento térreo composto por lojas e cada pavimento-tipo contém 9 salas comerciais e 1 área com circulações verticais e horizontais.

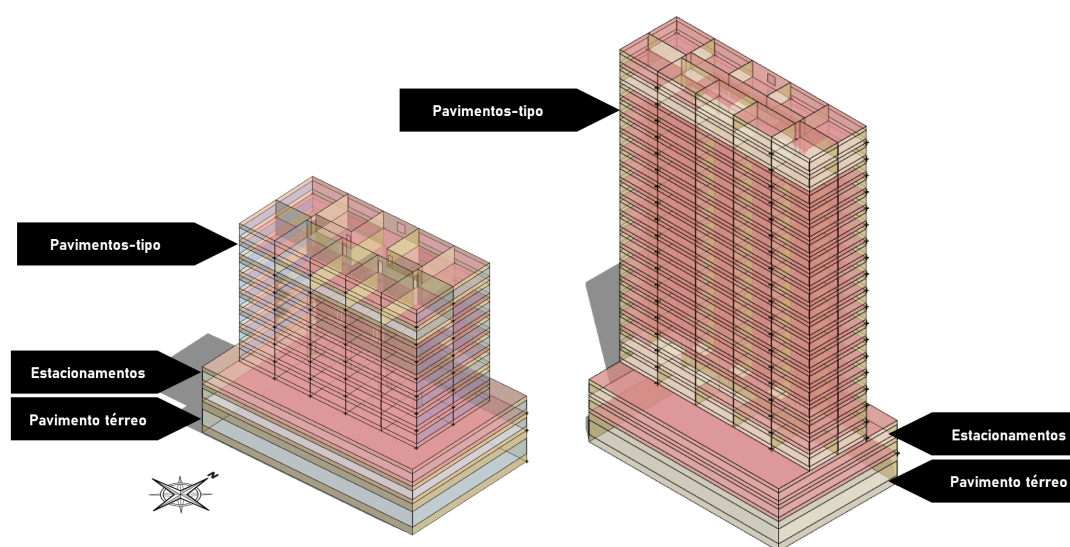


Figura 2 - Modelos computacionais de 8 pav. e 19 pav.

Com a conclusão da etapa de modelagem computacional, representando o estado de desempenho energético das edificações locais, foram propostas melhorias à arquitetura e aos equipamentos identificados, assim como melhorias para o sistemas de condicionamento de ar, principal responsável pelo consumo de energia. Para contrapor o consumo de energia, aumentar a eficiência do modelo e utilizar o conceito de edificação *Zero Energy*, foi proposto um sistema de produção de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos, como exemplificado na Figura 3.

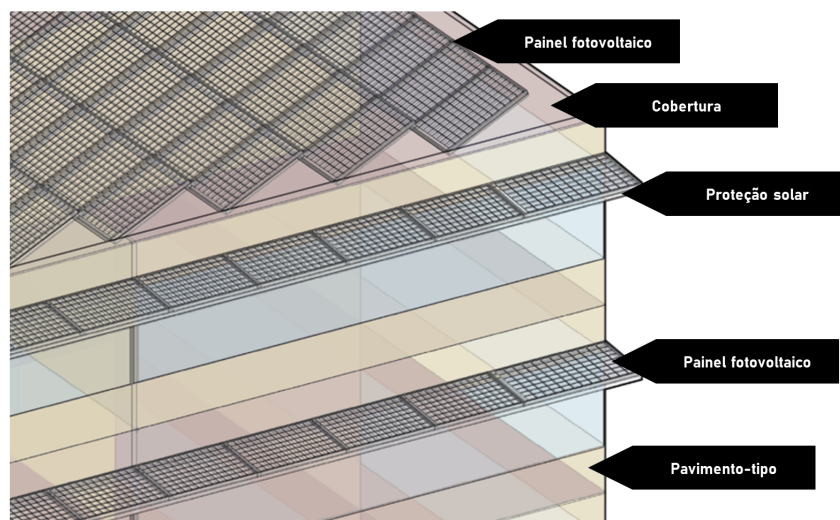


Figura 3 - Sistema de produção de energia fotovoltaica.

A verificação da validade das modificações propostas para melhoria de desempenho do modelo foi feita por meio de simulações computacionais. Estas simulações tiveram a função de revelar, de uma forma detalhada, o impacto das modificações arquitetônicas e de desempenho termoeenergético dos modelos. Assim, esta etapa de de simulação foi composta por cenários onde as modificações foram implementadas de forma sequencial e incremental, ou seja, no primeiro cenário foi modificada a composição dos vidros, de um menos eficiente para o mais eficiente no mercado. No segundo cenário foi mantida a melhor opção de vidro para o modelo, e, adicionalmente, foram modificadas as aberturas dos modelos, e assim sucessivamente. Estes cenários foram agrupados em blocos de simulação, representados de B1 a B10, a fim de facilitar a identificação das modificações propostas e plotagem dos resultados em gráfico.

Os resultados mostraram que as estratégias de implementação de sistemas de condicionamento de ar, de equipamentos e iluminação mais eficientes são muito importantes para a economia de energia. É perceptível que a proposição de soluções construtivas e arquitetônicas mais eficientes em relação ao desempenho energético associado a técnicas de obtenção de energia podem resultar em uma edificação com o balanço energético nulo ou próximo ao nulo. Esses resultados indicam que a adoção desse conceito para novas edificações é factível e cada vez mais acessível à comunidade.

Dentre as observações feitas sobre os resultados alcançados, e analisando mais atentamente os resultados dos blocos de simulação, percebe-se que a reta azul de média é mais acentuada no Gráfico 1, representativo do consumo anual final de energia elétrica do modelo de 8 pavimentos, do que no Gráfico 2, representando o consumo energético do modelo de 19 pavimentos. Esta diferença sugere que as modificações atribuídas em ambos os modelos são mais eficazes no modelo com menos pavimentos do que no modelo maior.

Observa-se, também, que o desempenho da edificação de 19 pavimentos aumenta após a inserção de um sistema de ar condicionado mais eficiente do que os modelos observados nos edifícios da cidade. Este aumento de desempenho pode ser observado no comportamento da curva entre B1 e B3, no Gráfico 2. Já para o modelo com tipologia de 8 pavimentos, a mudança de um vidro de baixo para alto desempenho termoeenergético resultou em uma queda significativa de consumo de energia, como apresentado no Gráfico 1, curva entre B9 e B10. As modificações arquitetônicas propostas para os modelos resultaram

em pouco impacto quando os resultados são analisados de forma individual. Entretanto, quando estes mesmos resultados são analisados de forma global, é perceptível a importância dessas alterações, dada a

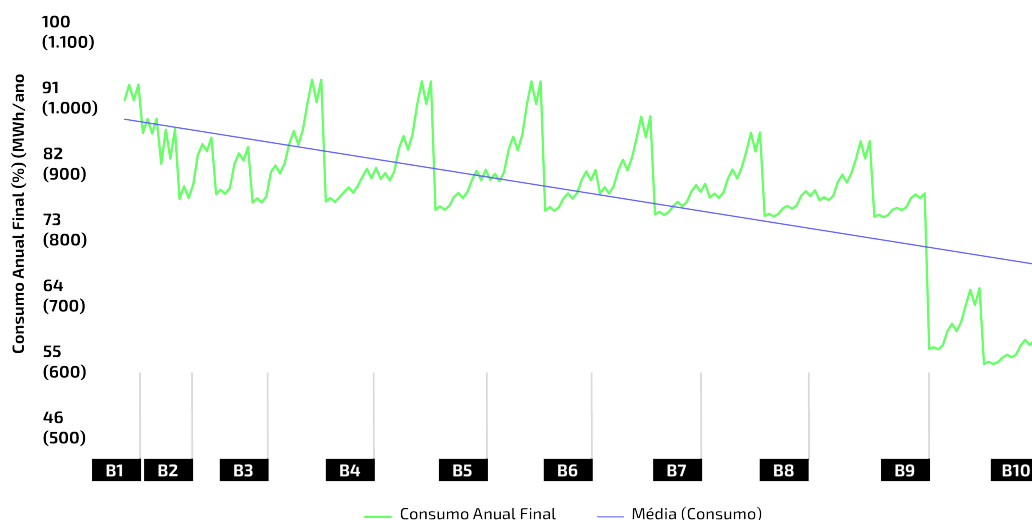


Gráfico 1 - Curva de Consumo Anual Final de energia elétrica do modelo de 8 pavimentos.

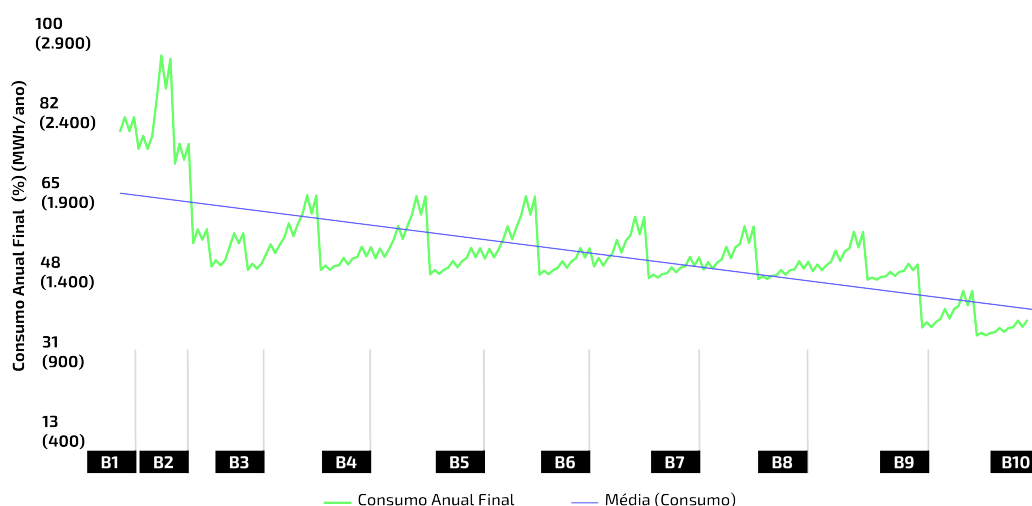


Gráfico 2 - Curva de Consumo Anual Final de energia elétrica do modelo de 19 pavimentos.

gradativa redução de energia com mudanças com relativo baixo custo de implementação.

Sendo assim, concluiu-se que o potencial de produção de energia solar, dada a particularidade do desenho urbano da cidade e da grande presença de edificações com poucos pavimentos, favorece a implementação do conceito *Zero Energy* para as edificações comerciais. Como exemplo imediato da importância deste estudo, medidas no sentido de estudar a validade do conceito foram adotadas recentemente pelo Governo Federal, por meio de uma chamada pública para propostas de edificações que utilizassem o conceito *Zero Energy* como diretriz projetual, com o intuito de tornar válida e popularizar a iniciativa de construções energeticamente eficientes.