



## **Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação**

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades**

**2º SPPGI**

**Desenvolvimento de metodologia com integração técnica e financeira para uso dos envelopes solares como perspectiva para garantir a apropriação da energia solar no meio urbano;**

**Methodology development with technical and financial integration for the solar envelopes use as a perspective to guarantee the enhancement of solar energy in the urban environment;**

**Desarrollo de metodología con integración técnica y financiera para uso de los envelopes solares como perspectiva para garantizar la apropiación de la energía solar en el medio urbano**

Jacqueline Alves Vilela

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável  
arqjacvilela@gmail.com

Profa. Dra Eleonora Sad de Assis  
Universidade Federal de Minas Gerais  
eleonorasad@yahoo.com.br

**Resumo:** Este artigo propõe, como objetivo, fundamentar uma discussão sobre a contribuição que o uso dos envelopes solares pode agregar aos processos de produção da cidade, na medida em que se integre à geração de diretrizes urbanas para subsidiar tomadas de decisões políticas nesta área. Essa metodologia proposta incorpora a discussão sobre um estudo de viabilidade financeira, que busca transformar a produção de energia solar térmica ou fotovoltaica em um modelo de negócio viável, tanto para consumidores e empreendedores, quanto para as concessionárias. Propõe-se ainda que o estudo seja desenvolvido, inicialmente, dentro da malha urbana de Belo Horizonte, MG. O artigo apresenta uma revisão da literatura atual, as lacunas que poderiam ser preenchidas e analisa a contribuição dos diversos atores envolvidos nas questões levantadas, frente ao desafio de se entender e projetar uma cidade sustentável para o século XXI.

**Palavras-chave:** Envelope solar, Energia solar, cidade sustentável

**Abstract:** The purpose of this paper is to encourage a discussion about the contribution that the use of solar envelopes could add to the city production processes, when this methodology is integrated with the urban guidelines generation to support political decision. This methodology, that would also be incorporate with a financial feasibility study that seeks to transform the production of solar thermal or photovoltaic into a viable business model for both consumers and entrepreneurs, as well as for the Concessionaires. It is also proposed that the study be developed, initially, at the urban morphology of Belo Horizonte, MG. The paper presents a review in the current literature, the gaps that could be filled with the methodology and analyzes the



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades

2º SPPGI

contribution of the various actors involved in the issues raised, facing the challenge of understanding and designing a sustainable city for the 21st century.

**Keywords:** Solar Envelope, Solar energy, sustainable city

**Resumen:** Este artículo propone como objetivo, fundamentar una discusión sobre la contribución que el uso de los sobres solares podría agregar los procesos de producción de la ciudad, en la medida en que se integre el uso de los sobres solares a la generación de directrices urbanas para subsidiar tomas de decisiones políticas en esta El área, metodología que incorporaría aún un estudio de la viabilidad financiera, que busca transformar la producción de energía solar térmica o fotovoltaica en un modelo de negocio viable, tanto para consumidores y emprendedores, como para las Concesionarias. Se propone además que el estudio sea desarrollado, inicialmente, dentro de la malla urbana de Belo Horizonte, MG. El artículo presenta una revisión en la literatura actual, presenta las lagunas que podrían ser llenadas y analiza la contribución de los diversos actores involucrados en las cuestiones planteadas, frente al desafío de entenderse y proyectar una ciudad sostenible.

**Palabras clave:** Sobre solar, Energía solar, ciudad sostenible

### Introdução

Nos últimos dois séculos, assistiu-se no mundo ocidental, a um grande impulso no desenvolvimento das cidades, de tal forma que, as áreas urbanas abrigam hoje cerca de 54 % da população mundial, uma proporção que se espera, venha a aumentar para 66% em 2050, segundo dados do “Relatório de Prospecção da População Urbana das Nações Unidas” (2015). No Brasil a população urbana chegará a 88% do total em 2030 (BRASIL, 2007).

Muitos pesquisadores (GELLER, 2003; OKE,1986) já demonstraram que este rápido processo de urbanização provocará grandes impactos no meio ambiente e também no processo de produção das cidades, sendo indispensável avaliar a qualidade de vida, mobilidade urbana, habitação e em especial, a produção de energia.

Segundo Geller (2003), a energia permeia a vida humana e afeta diretamente todas as suas atividades, sejam elas, sociais, econômicas ou culturais. O autor mostra ainda, que as tendências mundiais de produção de energia, baseadas em combustíveis fósseis, não são sustentáveis, podendo causar riscos de mudanças climáticas aceleradas, uma rápida depleção dos recursos naturais e um colapso urbano, quando se leva em consideração, a poluição do ar, as opções de transporte, além da oferta de serviços básicos, como o fornecimento de energia para uma população urbana sem precedentes.

De acordo com o “Balanço Energético Nacional 2015: Ano Base 2014” (BRASIL, 2015), a energia elétrica é a segunda maior fonte energética consumida no Brasil, através somente das fontes derivadas do petróleo, e seu consumo relativo no ano de 2014,



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades**

2º SPPGI

dentre as demais fontes, foi de 17,2%. A principal fonte geradora de energia elétrica no Brasil ainda é a hidráulica. Em 2014, o país apresentou a capacidade de produção de energia elétrica referente a 95% do consumo nacional, sendo necessária a importação do equivalente a 5% do total consumido.

Dentre os grupos setoriais estratificados pelo “Balanço Energético Nacional” (BRASIL, 2015), o setor residencial brasileiro apresenta-se como o segundo maior consumidor de energia elétrica, atrás apenas do setor industrial. A participação relativa ao consumo de energia elétrica do setor residencial foi de 22,6% em 2004, evoluindo para 24,6% em 2014. Para Geller (2003), se for mantida esta situação atual, poderá haver um comprometimento da segurança de fornecimento de energia, um aprofundamento nas questões ambientais e no bem estar das gerações futuras.

Sob essa ótica, o “Relatório Revolução Energética do Green Peace” (GREENPEACE INTERNATIONAL, 2015), demonstra como o desafio das mudanças climáticas pode trazer oportunidades para que o Brasil transforme sua matriz energética, ao mesmo tempo, que promove uma sociedade mais justa e inclusiva. O objetivo do governo brasileiro (BRASIL, 2015) é ter, até 2030, uma matriz com fontes renováveis variando entre 28% e 33%, sem contar com a fonte hídrica, ou seja, a partir de usinas eólicas, solares e a biomassa. Segundo dados do Green Peace Brasil (2016), é possível chegar a 34% da eletricidade oriunda dessas fontes renováveis, isso porque existe um grande potencial para implementar medidas de eficiência energética e grandes áreas de captação de energia eólica e solar no Brasil. Todavia, Pereira (2010), levanta uma discussão que diz que parque edificado brasileiro não suportaria este aumento, porque não foi dimensionado para tal projeção

A magnitude desses impactos abre, por outro lado, imensas oportunidades de melhoria, uma vez que as principais tecnologias necessárias ao melhor desempenho energético das edificações já se encontram disponíveis hoje em dia, abrangendo todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios, desde a concepção e projeto, passando pelos processos de construção e de uso das edificações, chegando até a etapa de demolição.

Ocorre que hoje, no Brasil, as cidades continuam crescendo desordenadamente, sob a influência do mercado imobiliário, que exerce pressão para que ocorram mudanças de uso e ocupação do solo, visando a verticalização nas áreas centrais, enquanto as periferias crescem ilegalmente. A morfologia das cidades, atualmente, continua sendo o reflexo da aplicação de uma LUOS (Lei de Uso e Ocupação do Solo) que setoriza a cidade, de forma geral, com base em permissividade de usos, mas que pouco consideram as vantagens de uma boa orientação solar, de se considerar diretrizes bioclimáticas e dos seus ganhos energéticos que este estudo pode propiciar.

O acesso ao sol e à produção de energia advinda deste, seja para aquecimento de água ou para geração de energia, deve ser pensada desde a concepção dos projetos de parcelamento do solo e de edifícios, já que a forma dos edifícios e as suas superfícies devem servir de base para a utilização dos sistemas solares ativos, bem como para a maximização de ganhos solares passivos. Desta forma, o acesso à energia solar, está ligado à forma, função e disposição dos edifícios no tecido urbano. Desta forma, projetos de edifícios e de assentamentos urbanos que viabilizem o melhor aproveitamento da iluminação natural e o uso de fontes renováveis de energia, como a



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades

2º SPPGI

solar, por exemplo, podem minimizar os impactos ambientais e promover a diversificação da matriz energética.

Frente ao desafio da diversificação da matriz energética e da assimilação da nova definição de cidade, que deve estar embasada na sustentabilidade, a metodologia de geração do Envelope Solar e arquitetura *Smart Grid*<sup>1</sup> abrangem alguns conceitos fundamentais e indispensáveis para as cidades no século XXI.

O objetivo geral deste artigo é fundamentar uma discussão sobre a contribuição que o uso dos envelopes solares poderia agregar aos processos de produção da cidade sustentável. O desenvolvimento de uma metodologia interdisciplinar ou de um *software*, que integre o uso dos envelopes solares à geração de diretrizes urbanas pode subsidiar tomadas de decisões políticas nesta área. A metodologia proposta neste estudo incorporaria ainda um estudo da viabilidade financeira, que busque transformar a produção de energia solar térmica ou fotovoltaica em um modelo de negócio viável, tanto para consumidores e empreendedores, quanto para as concessionárias. O estudo será desenvolvido, inicialmente, dentro da malha urbana de Belo Horizonte, MG, em diversas tipologias construtivas e áreas de zoneamento desta cidade.

### Desenvolvimento

O conceito de Envelope Solar foi inicialmente proposto pela Escola de Arquitetura da cidade de Los Angeles, na Califórnia, USA, pelas equipes dos professores Ralph L. Knowles e Richard D. Berry (1980). Foi desenvolvido em resposta ao programa “*Solar City Program*”, que quando anunciado em 1976, tinha como objetivo incentivar o uso da energia solar nas residências, em virtude dos problemas com a matriz energética naquela cidade. O método foi simulado em uma área selecionada, de densidade moderada, da cidade de Los Angeles em duas hipóteses: uma para edifícios comerciais e outra para casas residenciais.

O método propõe um novo conceito de zoneamento para as Leis de Uso e ocupação do Solo e tem como objetivo principal garantir aos edifícios e à parcela nua do solo, o acesso ao sol. O envelope solar é definido dentro de um espaço tridimensional, no qual o edifício pode se desenvolver. Através de uma larga possibilidade de combinações volumétricas, nos projetos dos edifícios, é possível trabalhar os volumes, de forma a não permitir o sombreamento dos edifícios e das parcelas de terrenos vizinhos em determinadas horas e locais. Pode ser utilizado para novas construções e para reconstruções dentro da malha urbana (KNOWLES; BERRY, 1980).

O Envelope Solar foi desenvolvido para limitar e modular a volumetria dos edifícios em determinado contexto, em determinada localização, devendo ser desenvolvido especificamente para cada propriedade ou parcela de terra urbana, pois são derivados do movimento do sol, o qual proporcionará uma incidência específica, dependendo da localização do objeto de estudo no globo terrestre (KNOWLES; BERRY, 1980).

---

<sup>1</sup> Arquitetura que faz uso de sistemas elétricos e de automação inteligentes, que integram e possibilitam ações por todos os usuários a ele conectados, de modo a fornecer eficientemente uma energia sustentável, econômica e segura.



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades

2º SPPGI

O conceito dos Envelopes Solares se alinha ao propósito da arquitetura *Smart Grid*<sup>1</sup>, a partir do momento em que permite o aumento da eficiência energética e da flexibilidade da operação da rede elétrica, mediante o controle, principalmente em horários de pico.

Existem alguns trabalhos importantes que estudam a implantação das edificações dentro de um contexto urbano específico, que otimizem as relações entre o edifício e o meio ambiente. Brown e Dekay (2004) ensinam a gerar envelopes solares em ambiente 3D *Studio Max8*® e *Google SketchUp*®, usando o comando de insolação dos dois *softwares* para a introdução dos dados de latitude, longitude, mês, dia e hora, obter os azimutes e alturas solares, que serviram para gerar os envelopes solares. Com a maquete eletrônica definida é possível analisar as sombras em diversos horários a partir de dados pré-estabelecidos e os envelopes solares. Shaviv e Capeluto (2001) desenvolveram um sistema de malhas urbanas com considerações de direito ao sol, em que o modelo permite a geração e avaliação das configurações do edifício, preservando os direitos ao sol para cada edifício vizinho e para os espaços abertos entre eles. Turkienicz, Oliveira e Grazziotin (2008) criaram um *software*, que trabalha em interface com programas CAD e GIS e gera simulações do que seriam os envelopes em determinadas condições. Vilela, Assis e Souza (2010) desenvolveram um estudo gerando os envelopes solares na Praça da Liberdade, em Belo Horizonte, MG, utilizando o *Cityzoom*® e concluíram que o programa apresenta algumas limitações ao trabalhar com lotes irregulares e de topografia com grandes aclives ou declives, pois o *software* trabalha sobre planos. Os resultados dos envelopes gerados neste estudo são apresentados na Figura 1.

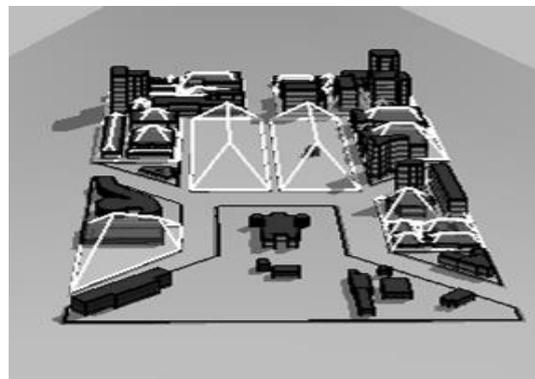


Figura 1- Envelopes solares gerados às 9 horas na Praça da Liberdade em Belo Horizonte, MG, através do *software Cityzoom*®  
Fonte: Vilela, 2010

Pérez (2013) propôs verificar o potencial do envelope solar como possível critério para criação de diretrizes urbanísticas aplicáveis no controle da ocupação do solo urbano, em estudos de caso na cidade de Campinas, SP. Iniciou seu trabalho utilizando o *software Autocad*® para o desenho dos quarteirões e do perímetro das edificações, exportando as polilinhas para o *Google SketchUp*®, onde foi executada a modelagem dos quarteirões, a volumetria das edificações e dos envelopes solares. Posteriormente, utilizando os *softwares Rhinoceros*®, com os aplicativos *Grasshopper*® e *Diva*® que permitem a simulação da *performance* ambiental de edifícios e de áreas urbanas, em modelos tridimensionais, inseriu os dados de radiação solar, iluminação natural, energia e ofuscamento. Desta forma, foi possível averiguar o potencial construtivo máximo que os novos envelopes solares gerados poderiam fornecer. Foram criados módulos



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades

construtivos de 3,0m x 3,0m x 3,0m para que se pudesse extrair as áreas de construção por pavimento e o número de pavimentos que poderiam estar contidos nos envelopes solares, bem como definir as taxas de ocupação, áreas livres e CA (Coeficientes de Aproveitamento) Máximos, como se apresenta na Figura 2.

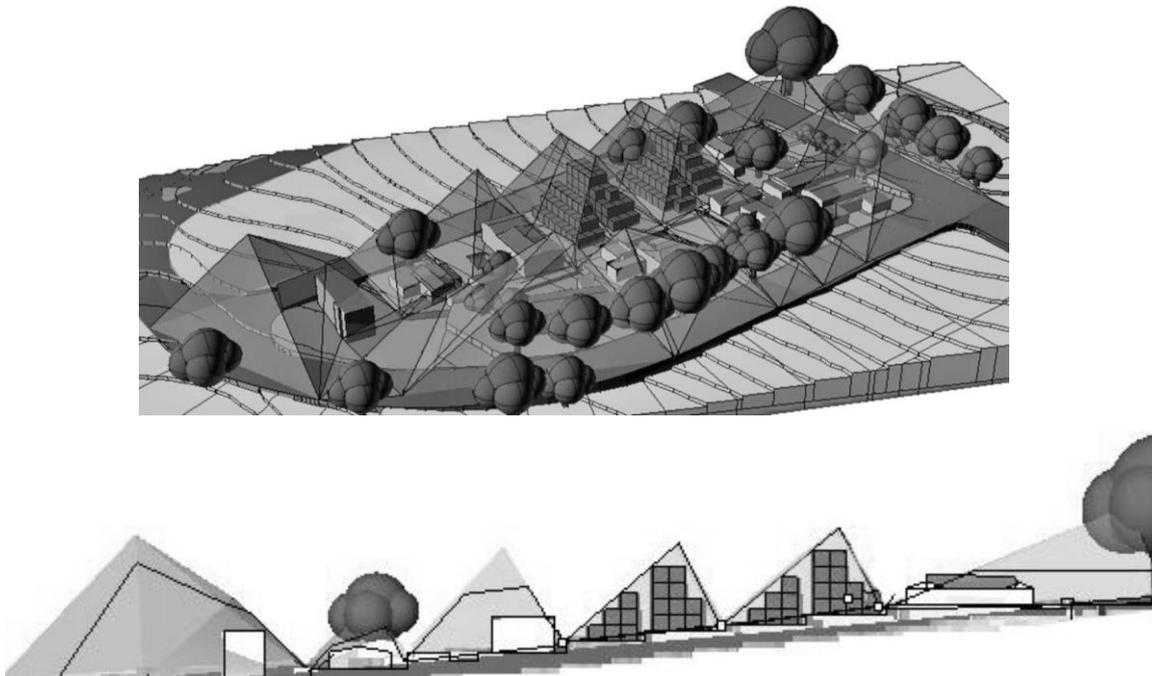


Figura 2- Envelopes solares gerados por Pérez, em Campinas, SP, para incidência solar de 10 às 14 hs  
Fonte: Pérez (2013)

Nos Estados Unidos da América do Norte, o *U.S. Department of Energy*, pela *Office of Energy Efficiency and Renewable Energy – EERE*, publicou a “*Consumer’s Guide*” (Manual para o consumidor) que define que o acesso solar é considerado como a disponibilidade de (ou o acesso à) luz solar desobstruída, direta. O Código Civil da Califórnia estabelece a criação de servidões, áreas não edificáveis, para assegurar o direito de receber a luz solar para todo sistema de energia solar. O “*Solar Access Regulations*” (BOULDER CITY-COLORADO, 1991), no estado do Colorado, limita a quantidade de sombra permitida por nova construção e requer que todos os novos edifícios sejam situados para permitir um bom acesso solar, além da legislação, publica um manual de acesso ao sol, ou de análise de sombras solares para ajudar arquitetos, engenheiros, empreendedores e construtores em geral a trabalhar com o direito ao sol.

O estudo aqui proposto levanta então, algumas lacunas que poderiam ser preenchidas com o desenvolvimento de uma metodologia interdisciplinar, que integrasse o uso dos envelopes solares à geração de diretrizes urbanas para subsidiar tomadas de decisões políticas nesta área, metodologia que incorporaria ainda, um estudo da viabilidade financeira, que busque transformar a produção de energia solar térmica ou fotovoltaica em um modelo de negócio viável, tanto para consumidores e empreendedores, quanto para as Concessionárias.



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades

2º SPPGI

Apesar de alguns autores já terem disponibilizado metodologias e que podem gerar os envelopes solares, são metodologias e *softwares* de difícil compreensão e que não chegam a ter acesso pelos escritórios e empresas de arquitetura e engenharia, que estão, efetivamente, produzindo a cidade do século XXI. É preciso que a tecnologia e as metodologias produzidas sejam exaustivamente testadas e aplicadas para que possam ser utilizadas pelos planejadores urbanos e, definitivamente, intervir nas LUOS, garantindo o acesso ao sol na fase de concepção de projetos. Não existe ainda, nas cidades brasileiras, nenhuma legislação que proponha e assegure o acesso ao sol, em edifícios, que podem ser equipados com aquecedores solares de água e com painéis fotovoltaicos para a transformação de energia solar em energia elétrica. Urge uma tecnologia acessível e estabelecimento de legislação de urbanização e construção e de outras políticas para o aumento da utilização da energia solar.

Em 2012, a ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica publicou Norma que assegura que qualquer cidadão brasileiro que produzir a própria energia poderá reivindicar sua integração à rede elétrica comum e terá o valor da conta de luz reduzida, além de poder enviar energia para a rede elétrica. Com isso, será gerado um crédito onde, o valor pago na conta de energia será apenas a diferença entre a energia produzida e enviada à rede e a consumida. Caso haja excedente, a energia produzida a mais será usada como crédito nos 36 meses seguintes (ANEEL, 2012). Inúmeros são os exemplos de realizações recentes com princípios solares nos cinco continentes, tanto nos projetos de edificações isoladas como em conjunto, utilizando o potencial para o aproveitamento da energia solar no aquecimento e resfriamento de água e ambientes e na conversão de energia solar em energia elétrica. Este negócio pode ser muito interessante para os usuários e também para as concessionárias, a partir do momento em que estas não precisam mais produzir energia para o pico noturno de demanda, causado pelo uso simultâneo do chuveiro elétrico. O uso dos envelopes solares e a substituição paulatina da matriz energética por fontes renováveis poderão permitir que às concessionárias trabalhem com maior segurança, tendo em vista a autonomia das unidades construídas e a parceria entre estes.

### Considerações Finais

O objetivo geral deste artigo foi fundamentar uma discussão sobre a contribuição que o uso dos envelopes solares poderia agregar aos processos de produção da cidade sustentável.

A partir do momento em que os Envelopes Solares podem garantir o acesso ao sol, a diversificação da matriz energética e a economia no processo de produção e distribuição de energia, principalmente se analisados, a melhoria da qualidade dos serviços das concessionárias e a venda da energia produzida, os resultados alcançados através do uso integrado dos envelopes solares podem ser estratégicos e de interesse de entidades governamentais, consumidores, fornecedores, entidades de pesquisa e desenvolvimento, agentes financiadores, dentre outros.

Frente ao desafio da diversificação da matriz energética e da assimilação do novo conceito de cidade, que deve estar embasado na sustentabilidade, cabe à sociedade, aos



## Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades**

2º SPPGI

arquitetos e aos urbanistas a tarefa de repensar as cidades. Mais especificamente, cabe a academia a análise crítica das situações que se apresentam e desenvolver conhecimentos capazes de embasar as tomadas de decisões que tratem das mudanças urbanas necessárias.

A relação entre arquitetura, urbanismo e Sustentabilidade, no que tange o planejamento energético, só irá ocorrer a partir do momento em que o mercado imobiliário perceber que o uso de energias renováveis, tais como o uso da energia solar for, comprovadamente, um modelo de negócio rentável, onde a questão energética não for tratada como atividade filantrópica em prol do meio ambiente, mas como uma forma econômica de alcançar resultados para o bem do capital. Associado a esta questão econômica, alia-se a questão da preservação dos recursos energéticos e ambientais para as gerações vindouras, sem prejuízo ao progresso da humanidade, que é o próprio conceito da sustentabilidade.

### Referências

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. ANEEL aprova regras para facilitar a geração de energia nas unidades consumidoras. Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br>>. Acesso em 15/05/2017.

BOULDER CITY-COLORADO. **Solar Access Regulations**. Disponível em <<https://bouldercolorado.gov/plan-develop/solar-access-guide>>. Acesso em 20/05/2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: EPE, p.408, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**, Brasília: ELETROBRAS-PROCEL, 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2015: Ano Base 2014**. Rio de Janeiro:EPE, 292 p., 2015.

BROWN G.; DEKAY M. **Sol, Vento e Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GELLER, H. **Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará-USAid, 2003.

GREENPEACE INTERNATIONAL. **Energy [R]evolution: a sustainable world energy outlook 2015: 100% renewable energy for all-2105**. Disponível em < <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/Energy-Revolution-2015/>>. Acesso em 18/05/2017.

GREENPEACE BRASIL. **Alvorada: Como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil- 2016**.

KNOLES, R; BERRY, R. **Envelope Concepts; Moderate Density Building**. Los Angeles-CA: School of Architecture, University of Southern California, 1980.



## **Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação**

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais

**Patrimônio, Paisagem e Tecnologia: uma visão interdisciplinar para as cidades**

**2º SPPGI**

OKE, T. R. **The technical conference on urban climatology and its applications with special regard to tropical areas.** México, 1984, Proceedings. Genova, World Meteorological Organization (WMO, no. 652), 1986.

PEREIRA, I. M. **Desenvolvimento de metodologia para planejamento energético integrado ao espaço urbano: um estudo do setor residencial de Belo Horizonte.** 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Nuclear) - Escola de ciências e técnicas nucleares da UFMG, Belo Horizonte, MG.

PÉREZ, D. **Diretrizes solares para o planejamento urbano: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização.** 2013. Tese (Doutorado em arquitetura tecnologia e cidade) -Escola de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, Campinas, São Paulo.

SHAVIV, E.; CAPELUTO, G. **Modeling the design of Urban fabric with Solar Rights considerations, Solar Energy,** Israel: Israel Institute of Technology, v. 70, Issue 3, p. 275-280, 2001.

TURKIENICZ, B. ; OLIVEIRA, B. B. ; GRAZZIOTIN, P. C. . **CityZoom:A VisualizationTool for theAssessmentofPlanningRegulations.** International Journal of Architectural Computing, v. 6, p. 79-95, 2008.

TURKIENICZ, B. ; OLIVEIRA, B. B. ; GRAZZIOTIN, P. C. **CityZoom Software.** Disponível em <<http://www.cityzoom.net>.> Disponibilizado via chave de acesso para Jacqueline Alves Vilela em 15/04/2014.

VILELA, J; ASSIS, E.; SOUZA, R.**The use of Solar Envelopes as an alternative to grant the access to solar energy and daylighting at urban spaces: study using the software Cityzoom®.** Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG-LABCON, 2010.