

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA ENERGIA SOLAR ANTES DOS PRIMEIROS ESBOÇOS¹

ABREU, Ana Lígia Papst de (1); BAUMANN, Victor Andreas Rocha (2); GÓES, Felipe (3)
DODL, Luciano D'Ávila (4)

(1) IFSC, e-mail: ana.abreu@ifsc.edu.br; (2) IFSC, e-mail:victorarbaumann@gmail.com;
(3) IFSC, e-mail: felipe06goes@gmail.com; (4) IFSC, e-mail: lucianoddodl@gmail.com

RESUMO

Está prevista a construção de um bloco de salas de aula e laboratórios no Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. Pretende-se maximizar a exposição da edificação ao sol para geração de energia fotovoltaica, mas sem bloquear a radiação solar no entorno. O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia de analisar a incidência solar na edificação e no entorno antes dos primeiros esboços do projeto arquitetônico. A ferramenta BIPV Design foi usada num estudo de posicionamento das placas solares na cobertura e em brises horizontais na fachada Norte. Simultaneamente, a análise de disponibilidade da radiação solar no entorno foi feita através de maquete eletrônica e estudo do Envelope Solar. A estimativa de superávit anual de energia elétrica possibilita uma diminuição na volumetria da edificação o que permitiria uma maior incidência solar no entorno. Este trabalho contribui para demonstrar a necessidade de estudos anteriores ao primeiro esboço, e de avaliações paramétricas do aproveitamento da energia solar que sirvam de subsídios à tomada de decisões projetuais.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Projeto sustentável. Impacto solar na vizinhança.

ABSTRACT

A building of classrooms and laboratories is going to be erected on Campus Florianópolis of Federal Institute of Santa Catarina - IFSC. One of guidelines of this project is maximizing the exposure of the building to the sun for photovoltaic power generation but without blocking solar radiation in the surrounding buildings. The aim of this paper is to present the methodology of analyzing the solar availability in the new building and in the neighbourhood before the first sketches. The BIPV Design tool was used for the photovoltaic study with solar panels on the roof and on horizontal brises at north façade. At the same time, the availability of solar radiation on the surrounding buildings was studied through 3D modelling and with the solar envelope process. The photovoltaic study estimated an annual surplus of electricity, which can be used in the reduction of building volume and allow more solar incidence in the surroundings. This work contributes to demonstrate the need for studies before the first draft, and parametric evaluations of the use of solar energy to serve as subsidies to projective decisions.

Keywords: Photovoltaic solar energy. Sustainable design. Solar impact in neighbourhood.

¹ ABREU, Ana Lígia Papst de; BAUMANN, Victor Andreas Rocha; GÓES, Felipe; DODL, Luciano D'Ávila. Metodologia de avaliação da energia solar antes dos primeiros esboços. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O processo de projeto arquitetônico não pode ser definido por um método, pois a aplicação de um método implica que seus resultados possam ser previstos com certo nível de precisão (CHING, 2014). Dependendo das premissas estabelecidas inicialmente, as soluções arquitetônicas finais podem ser infinitas. Segundo Ghizzi (2006) é nos primeiros croquis (ou diagramas gráficos) onde se estabelece as ideias-síntese das variantes do problema quanto aos ideais pretendidos. Além disso, os diagramas levam a observação e experimentação de ideias adequados à solução dos problemas iniciais, além de possibilitar alternativas projetivas ao arquiteto.

Para Kowaltowski et all. (2011, p.11) a fundamentação da decisão em projeto pode ocorrer “na justificativa para uma escolha ou na verificação do seu efeito”. Uma das proposições deste artigo, é que estudos de avaliação solar anteriores aos primeiros estudos do arquiteto podem auxiliar na tomada de decisões mais embasadas. E quando foram feitas aferições da proposta arquitetônica final, esta será o mais próximo do ideal, resultando em pequenos ajustes no projeto.

Dentro do critério de fundamentar as decisões, o processo de projeto integrado de edificações é uma forma sustentável de projetar, pois todos os envolvidos encaram o projeto de maneira global, em vez de só se concentrarem na sua parte do projeto (KEELER e BURKE, 2010 p.17). Para estes mesmos autores, os “termos projeto sustentável e projeto integrado de edificações devem ser vistos como equivalentes”.

Num projeto sustentável, os impactos ambientais no entorno do novo empreendimento também devem ser avaliados. O Estatuto da Cidade, lei federal nº 10.257 (BRASIL, 2001) prevê desde 2006 a obrigatoriedade de Estudos de Impacto de Vizinhança, onde novos empreendimentos devem analisar os conflitos no entorno, e medidas mitigadoras ou compensatórias devem ser propostas quando de impactos negativos. Normalmente, estes estudos ocorrem depois do projeto arquitetônico já estar pronto, onde alterações projetuais resultam em retrabalhos que poderiam ser evitados.

O Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACC, do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, tem a previsão de ampliação de um novo bloco de salas de aula e laboratórios. Uma das diretrizes deste projeto arquitetônico é a incorporação de painéis fotovoltaicos na volumetria da edificação.

Tendo como um objetivo mais abrangente de desenvolver a cultura para a sustentabilidade, uma edificação escolar sustentável pode ser usada como uma ferramenta de ensino sobre a importância deste tema. Desta forma, faz-se necessário que todo o processo de projeto também seja sustentável. Mas ao mesmo tempo em que se maximiza a exposição da edificação ao sol, pode-se resultar num bloqueio da radiação solar ao entorno. Por ser uma edificação dentro de um Campus, o projeto não precisa passar pela aprovação da Prefeitura Municipal. Mas a área disponibilizada para este novo bloco fica próxima de edificações residenciais unifamiliares do entorno,

logo, esta nova edificação no Campus pode impactar na vizinhança.

O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia de analisar a incidência solar antes dos primeiros esboços do projeto arquitetônico, avaliando o potencial de aproveitamento solar na edificação, e ao mesmo tempo avaliando o bloqueio solar de uma nova volumetria na vizinhança.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este item está dividido em duas partes, uma primeira de aproveitamento de energia solar para geração de energia na própria edificação, e a segunda com relação ao bloqueio da radiação solar no entorno.

2.1 Integração da geração fotovoltaica à edificação

Desde a metade do século XX, discutem-se formas de melhor explorar a natureza e atender as demandas do homem em relação ao uso de energia. Tal discussão foi gerada a partir de constatações do evidente aumento do uso de energia elétrica mundial. De acordo com Geller (2003), entre 1975 e 2000 houve um aumento de 250% no uso de energia elétrica no Brasil. Sendo 50% deste consumo realizado por edificações (BRASIL, 2015).

Considerada uma energia limpa e inesgotável, a energia solar pode ser uma grande aliada na busca de formas inesgotáveis de aquisição de energia elétrica (VILLALVA; GAZOLI, 2012). Rüther (2000) afirma que, em aproximadamente 12 minutos, o planeta terra recebe uma quantidade de energia que se captada, equivaleria à demanda energética mundial anual.

No setor da construção civil, a utilização de energia solar fotovoltaica é possível através da incorporação dos painéis na edificação. Os painéis solares podem ser utilizados como vedações de paredes, coberturas translúcidas, marquises e brises (CHIVELET; SOLLA, 2010). Sendo que essa geração de energia pode ser conectada a rede de distribuição atual sem a necessidade de armazenamento (BRASIL, 2012). Santos (2013) elaborou uma ferramenta de apoio à decisão da integração dos sistemas fotovoltaicos na fase de composição arquitetônica, o BIPV design. Desta forma é possível estimar numa fase anterior ao início do projeto arquitetônico como as alterações volumétricas afetam na geração de energia, podendo o projetista se posicionar de forma consciente sobre a integração da geração fotovoltaica à edificação.

2.2 Estudo de impacto solar na vizinhança

A legislação urbana, através dos seus índices urbanísticos (taxa de ocupação, índice de aproveitamento, afastamentos, etc), busca garantir condições mínimas de salubridade aos ambientes. Os índices urbanísticos do Plano Diretor de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2014), como afastamentos entre edificações e altura máxima construída, não levam em conta os aspectos de orientação solar. Esta simplificação facilita a aplicação e aferição ao atendimento à legislação, mas não necessariamente às

necessidades de insolação das edificações.

Vale aqui ressaltar que para a iluminação basta a claridade da abóbada celeste, mas para aquecimento de ambientes e painéis solares (de aquecimento de água e melhor eficiência dos painéis fotovoltaicos), faz-se necessária a incidência solar nas superfícies. Florianópolis está localizada na zona bioclimática 3, e o aquecimento solar passivo aparece como uma das estratégias bioclimáticas indicadas para o período dos meses mais frios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

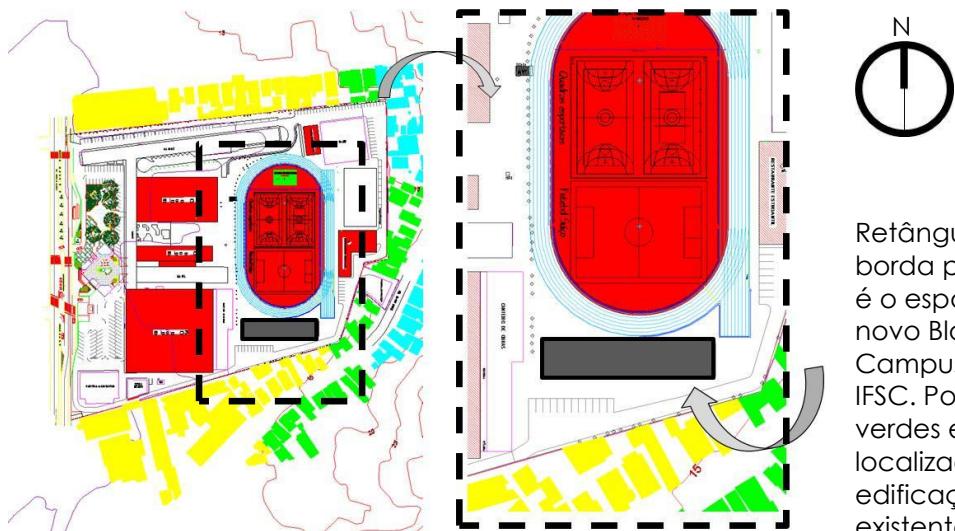
O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), proposto como um instrumento urbanístico pelo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), apresenta a iluminação como um dos itens de avaliação do impacto de um novo empreendimento no entorno. Scalco, Pereira e Rigatti (2010), apresentaram um método utilizando a simulação computacional para análise do impacto de novas edificações no entorno, tanto para iluminação natural quanto para a insolação. A visualização unificada dos resultados é feita através de um diagrama de máscara de sombras e com gráficos de barras para comparação de diferentes critérios de impactos (SCALCO, PEREIRA e RIGATTI, 2010, p. 183). Este método permite verificar o “efeito” de um novo empreendimento na insolação e iluminação do entorno, mas também poderia ser usado por especialistas da área para fundamentar uma decisão de projeto. Só que máscaras de sombreamento do entorno sobre diagramas solares não são ferramentas fáceis de entendimento para pessoas que fazem parte das decisões de um projeto integrado, mas que não são da área de construção civil.

Já o método do Envelope Solar (ES), que serve para a etapa de desenvolvimento de projeto, garantindo a insolação e iluminação ao entorno, é um método visual mais fácil de entendimento. Neste método define-se “um volume imaginário sobre o terreno dentro do qual o edifício deve ficar inserido para não projetar sombras indesejáveis sobre os vizinhos (...)” (CASTRO PEREZ e FAVERO, 2014).

3 MÉTODO

O método iniciou com o levantamento de dados climáticos de Florianópolis, e a consulta de viabilidade dos índices urbanísticos do Campus referentes à volumetria de novas edificações, características e obstruções do entorno. A Figura 1 mostra o espaço destinado ao novo bloco do DACC. Para o dimensionamento e posicionamento da volumetria do futuro prédio do DACC foi utilizado os índices urbanísticos do Plano Diretor do Campus Florianópolis – IFSC. Na planta de situação do Plano Diretor do Campus já está determinada uma área de projeção máxima do novo Bloco (60m x 13,20m), e o número máximo estipulado é de seis pavimentos (em função do Plano Diretor Florianópolis). O programa de necessidades está em elaboração, mas o novo prédio abrigará laboratórios e salas de aula do Departamento de Construção Civil, como qualquer outro bloco do IFSC.

Figura 1 – Localização da área para implantação da nova edificação do DACC a ser projetada e seu entorno imediato.



Retângulo cinza com borda preta (60m x 13,2m) é o espaço destinado ao novo Bloco do DACC no Campus Florianópolis – IFSC. Polígonos amarelos, verdes e cyan mostram a localização das edificações unifamiliares existentes no entorno.

Fonte: Os autores a partir do plano Diretor

A seguir o método está dividido em duas partes: potencial de aproveitamento solar na edificação, e bloqueio solar de uma nova edificação na vizinhança.

3.1 Potencial de geração fotovoltaica na nova edificação

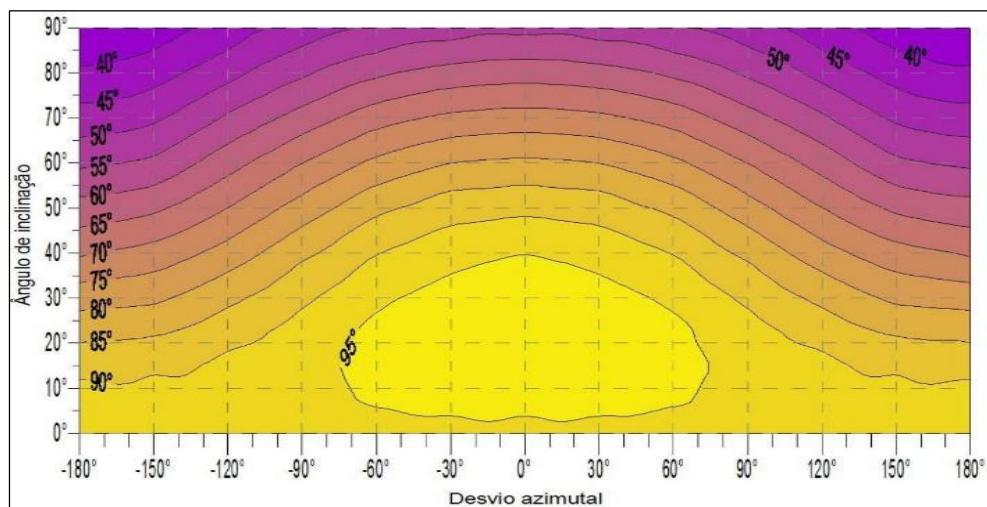
Primeiramente, foi realizada a estimativa das cargas elétricas do novo bloco do DACC. Para estimar a demanda de energia no futuro prédio do DACC, foram coletadas as contas de energia do IFSC entre o período de janeiro de 2012 a maio de 2015.

Na etapa de estudo do potencial de aplicação da energia fotovoltaica no novo bloco do DACC, utilizou-se a ferramenta proposta por Santos (2013). A ferramenta chamada BIPV design permite estimar a produção de energia em função do posicionamento e dos tipos de painéis fotovoltaicos, sem necessariamente se ter a volumetria da edificação definida.

Para a escolha dos painéis solares foi utilizada a base de dados da ferramenta BIPV design. Nela buscou-se dois exemplares de painéis (um monocristalino e um policristalino) e após comparação entre eficiência e largura do painel, foi escolhido o mais adequado.

Para as simulações foi utilizado o rendimento do sistema de 80% e a insolação de Florianópolis com irradiação de 95% para a simulação na cobertura e nos brises da fachada Norte. Isso devido ao posicionamento dos painéis fotovoltaicos com relação ao seu desvio azimutal e ângulo de inclinação (Figura 2).

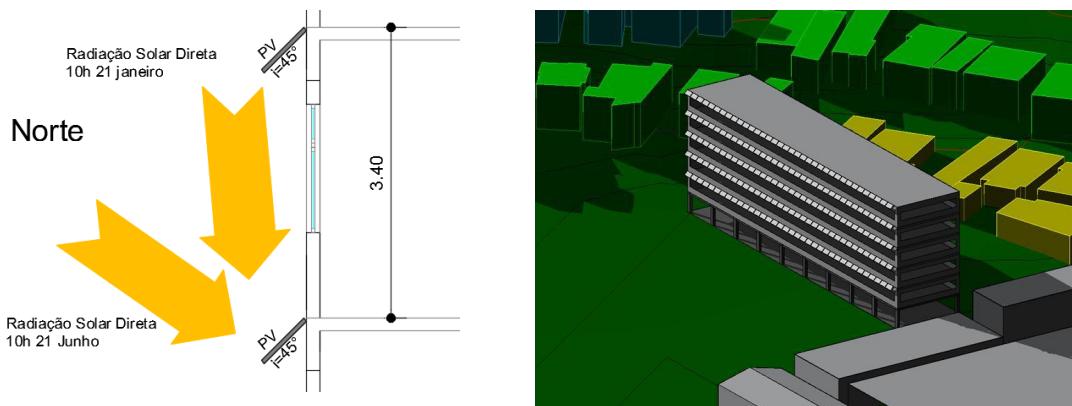
Figura 2 – Ábaco do potencial de radiação recebido pelas superfícies em Florianópolis – SC



Fonte: BIPV Design (2013)

Em função das limitações volumétricas apresentadas pelo Plano Diretor do Campus e do painel fotovoltaico escolhido, fizeram-se duas propostas de utilização dos painéis fotovoltaicos na volumetria do novo bloco do DACC. As propostas foram estabelecidas de maneira que os posicionamentos dos painéis fotovoltaicos na edificação pudessem propiciar a maior porcentagem de irradiação. A primeira proposta foi de instalação de painéis em toda área da cobertura e a segunda proposta de instalação foram os painéis servindo de brises da fachada Norte (Figura 3).

Figura 3 – Croquis da segunda proposta: instalação de painéis fotovoltaicos na fachada Norte



Fonte: Os autores

3.2 Bloqueio solar de uma nova edificação na vizinhança

Para uma primeira avaliação do bloqueio solar do novo bloco do Campus no entorno, foram feitas duas maquetes da volumetria máxima da edificação: uma com altura de 18 metros e outra de 24 metros. Como o Plano Diretor do Campus permite a construção de seis pavimentos, estimou-

se um pé direito de três metros por pavimento na primeira opção, e na segunda opção cinco pavimentos de três metros e um térreo com pé direito duplo. Para o entorno, a volumetria foi feita somente considerando o número de pavimentos, e não a inclinação ou forma dos telhados.

Para melhor entendimento visual do impacto do sombreamento no entorno por leigos e comunidade do entorno, foram geradas imagens que permitem visualizar as fachadas do entorno que são afetadas pelo sombreamento da nova edificação. As imagens para análise foram geradas de hora em hora (8h até 18h) nos solstícios (verão e inverno) e equinócio. Neste artigo são apresentadas somente as imagens mais críticas, as do solstício de inverno. Para esta etapa, anterior ao lançamento do projeto arquitetônico, não foi feito estudo de impacto na iluminação do entorno.

Para elaboração de um Envelope Solar, adotou-se os ângulos de obstrução por orientação que foram propostos por Pereira et al. (2001) para permitir a incidência solar nas edificações em Florianópolis (Tabela 1).

Tabela 1 - Ângulos de obstrução das oito orientações solares para Florianópolis – SC.

	Orientação							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Ângulo de Obstrução (°)	40-45	40-50	50-55	55-60	55-60	55-60	60-65	55-60

Fonte: Pereira et al. (2001)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises foram separadas em dois itens: incidência solar para geração de energia fotovoltaica no empreendimento; e bloqueio solar ao entorno.

4.1 Análise da estimativa do potencial de geração fotovoltaica

Com os dados de consumo de energia elétrica do IFSC Campus Florianópolis e sua área total construída foi possível determinar a demanda anual média por área construída do IFSC (tabela 2).

Tabela 2 – Relação de consumo de energia elétrica com a área construída do IFSC Campus Florianópolis

Consumo anual médio (kWh)	1.220.439
Área total construída (m ²)	34.388
Consumo anual por área (kWh/m ²)	35

Fonte: Os Autores

A Tabela 3 sintetiza as recomendações construtivas obtidas junto a consulta de viabilidade ao Plano Diretor do Campus Florianópolis do IFSC, além do consumo anual de energia estimado para o novo bloco do DACC.

Tabela 3 – Características do Futuro prédio do DACC segundo o Plano Diretor do Campus Florianópolis do IFSC

Comprimento na orientação Norte (m)	60,0
Largura na fachada Leste (m)	13,2
Número de pavimentos	6
Área de telhado (m ²)	792
Área da fachada Norte (m ²)	1020
Área de brise das fachadas (m ²)	255
Área total construída (m ²)	4752
Consumo anual estimado (kWh)	168.651

Fonte: Os Autores

Buscou-se na ferramenta BIPV design um exemplar de painel fotovoltaico monocristalino e um policristalino para comparação entre os tipos de células de silício. O critério de seleção para os painéis foram a sua maior eficiência e a sua menor largura.

Esses critérios foram utilizados para poder utilizar os painéis como brises das janelas da fachada norte. Os painéis selecionados e suas características estão na tabela 4.

Tabela 4 - Modelos de painéis fotovoltaicos utilizados nas propostas realizadas

Fabricante	Painéis Fotovoltaicos	
	Jinko	Avproject
Modelo	JMK 195M-72	AVP72-290
Tipo de células	Monocristalino	Policristalino
Pot. Nominal (Wp)	195	290
Comprimento (m)	1,58	1,97
Largura (m)	0,81	1,00
Eficiência (%)	15,3	14,8
Peso (kg)	14,5	26,0

Fonte: BIPV Design (2013)

Comparando os dois painéis, o monocristalino apresentou melhor eficiência (15,3%) e menor largura (81cm), sendo por isso escolhido para ser empregado nos brises da fachada norte da edificação.

A utilização de painéis de maior largura nos brises levaria a ocorrência de sombreamento sobre os mesmos. Além disso, buscou-se a utilização de um único painel para ser empregado em toda edificação propiciando uma economia durante a aquisição, instalação e manutenção.

Após a escolha da placa fotovoltaica foram elaboradas duas propostas para a aquisição de energia solar com a utilização da ferramenta BIPV design (vide tabela 5): uma utilizando apenas a cobertura da edificação; e outra utilizando área de brise das fachadas.

Tabela 5 - Propostas para o uso de painéis solares no futuro prédio do DACC

CARACTERÍSTICAS	PROPOSTAS	
	Cobertura	Brise
Área disponível (m ²)	792	255
Número de módulos	495	159
Potência instalada (kWp)	96,53	31,01
Geração anual (kWh)	127.728	41.032

Fonte: BIPV Design (2013)

Nenhuma das propostas atende isoladamente a 100% a demanda anual esperada de 168.651kWh para o futuro edifício. Mas a utilização das duas propostas simultaneamente levaria a uma geração anual superior ao consumo esperado. Utilizando as duas propostas simultaneamente consegue-se um superávit anual de 110kWh de energia elétrica no futuro edifício.

Esse superávit poderá ser utilizado por outras edificações do IFSC ou para diminuir a quantidade de painéis fotovoltaicos utilizados na cobertura. Assim parte dessa área poderia ser utilizada na diminuição da volumetria e do bloqueio solar na vizinhança.

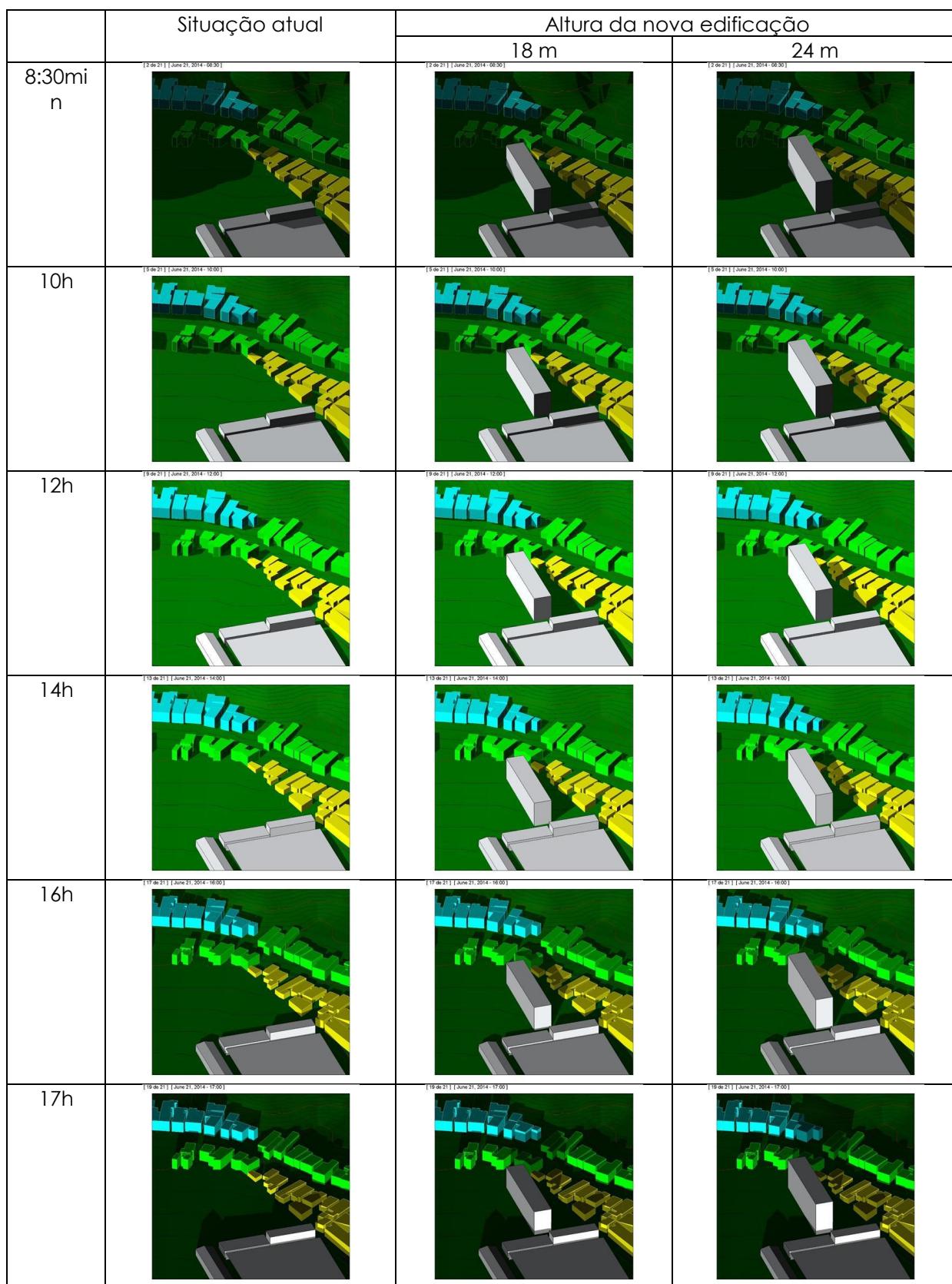
4.2 Análise do bloqueio solar na vizinhança

A partir da maquete eletrônica do Campus e entorno, foram feitos os estudos de insolação.

A Figura 4 apresenta imagens feitas para o solstício de inverno em três situações: situação atual sem edificação; com um volume edificado ocupando toda a extensão possível de área do plano diretor do Campus e 18 metros de altura; e com um volume edificado ocupando toda a extensão possível de área e 24 metros de altura. Aqui foram apresentadas imagens a partir das 8:30 min, porque até 8h da manhã do solstício de inverno a topografia do entorno bloqueia o sol, e a última hora apresentada é 17h, pois o sol já se pôs as 17:30min no dia 21 de junho em Florianópolis.

O que fica claro pelas imagens é que mesmo a proposta de uma edificação de 18 metros de altura, irá bloquear a incidência solar nas fachadas das residências unifamiliares extremantes com o Campus.

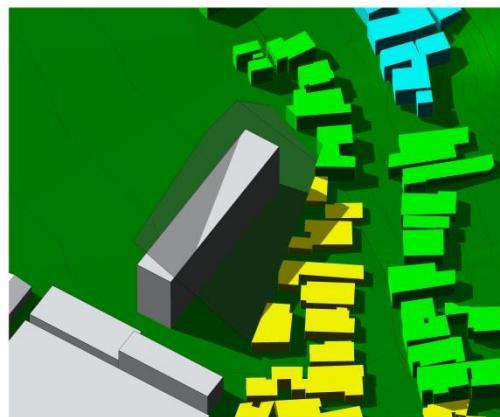
Figura 4 – Croquis da segunda proposta: instalação de painéis fotovoltaicos na fachada Norte



Fonte: Os Autores

Para mostrar uma indicação ao futuro projetista, mas sem induzir nenhuma proposta de volumetria da nova edificação, foi elaborado um croqui de Envelope Solar (Figura 5) com a proposta de ângulos apresentados na Tabela 1.

Figura 5 – Croquis do volume máximo da nova edificação cortado com os planos inclinados do Envelope Solar indicados para Florianópolis



Fonte: Os Autores

Pelo que se observa pela imagem da Figura 05, a parede norte da nova edificação poderia permanecer com os 24 metros de altura, mas um recorte na volumetria precisaria ser idealizado na parte que fica mais próxima às edificações do entorno.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho contribui para demonstrar a necessidade de estudos anteriores ao primeiro esboço, e principalmente ao lançamento de um partido geral. Também demonstra a necessidade de elaboração de avaliações paramétricas do aproveitamento da energia solar, e que sirvam de subsídios embasados à tomada de decisões sustentáveis aos futuros projetistas. Isto ao mesmo tempo em que sugere que estas decisões sejam fáceis de serem entendidas por todos participantes de um projeto sustentável.

A utilização de placas solares na cobertura e nos brises, deste projeto em específico, resultaria num superávit anual de energia elétrica. Esse superávit energético poderia ser utilizado por outras edificações do IFSC ou na diminuição de placas na área de cobertura e na fachada norte. Desta maneira, uma alteração no formato da edificação pode permitir uma maior incidência solar no entorno.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas acadêmicas, ao IFSC pelos recursos disponibilizados ao projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3**. Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005. 30p.

BIPV DESIGN. BIPV design: Software para auxiliar no projeto de integração fotovoltaica à arquitetura elaborado. Tópico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFSC. 2013. Disponível em: <<http://tecnando.com/bipvdesign/>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução n. 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2016.

_____. Estatuto da Cidade - Lei n. 10257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 10 abr. 2015.

CASTRO PEREZ, D.R.; FAVERO, E. O Envelope Solar como critério para adensamento e verticalização no planejamento urbano. **Revista Intellectus**, Ano X, Nº 28, p. 33-49, Jul-Set, 2014.

CHING, F. D. K. **Introdução à Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 421p.

CHIVELET, N. M.; SOLLA, I. F. **Técnicas de Vedação Fotovoltaica na Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 194p.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. Instituto de Planejamento Urbano. Lei Complementar n. 482, de 17 de janeiro de 2014. Institui o plano Diretor de Urbanismo do Município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/04_02_2014_12.01.39.ae8afdb369c91e13ca6efcc14b25e055.pdf> Acesso em: 07 abr. 2016.

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

GHIZZI, E. B. Arquitetura em Diagramas: Uma Análise da Presença do Raciocínio Dedutivo-Diagramático no Processo Projetivo em Arquitetura. Cognitio-Estudos: **Revista Eletrônica de Filosofia**. Centro de Estudos do Pragmatismo – Programa de

Estudos Pós-Graduados em Filosofia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. v. 3. n. 2, p. 109 – 124. jul. dez. 2006. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/pragmatismo/downloads/2_20cog_est_v3_n2_ghizzi_t12_109_124.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2016.

KEELER, M. BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K., MOREIRA, D.C., PETRECHE, J.R.D., FABRÍCIO, M.M. (Org.). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay; SILVA, Carlos Alejandro Nome; TURKIENIKZ, Benamy. A methodology for sunlight urban planning: a computer-based solar and sky vault obstruction analysis. **Solar Energy**, Vol. 70, no. 3, pp. 217-226, 2001.

RÜTHER, R. **Fontes alternativas de energia**. Florianópolis: Fundação de ensino e engenharia de Santa Catarina, 2000.

SANTOS, I. P. D. **Integração de painéis solares fotovoltaicos em edificações residenciais e sua contribuição em um alimentador de energia de zona urbana mista**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SCALCO, V.A.; PEREIRA, F.O.R.; RIGATTI, D. Impacto de novas edificações na vizinhança: proposta de método pra análise das condições de iluminação natural e insolação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 171-187, abr./jun. 2010. ISSN 1678-8621.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2012.