



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

APLICAÇÃO DE ENVELOPE SOLAR NO PLANEJAMENTO DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFSC

Maria das Graças Velho do Amaral (1)

(1) Comissão Permanente de Planejamento Físico da UFSC – Escritório Técnico-Administrativo da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: graca@reitoria.ufsc.br

RESUMO

O Campus da Universidade Federal de Santa Catarina, com baixa densidade construtiva, encontra-se hoje saturado e com tendência à verticalização e ao adensamento. O Plano Diretor do Campus para estabelecer um limite à expansão das construções e garantir a qualidade do espaço urbano deverá incluir parâmetros para a aferição do desempenho das formas urbanas geradas que considerem a insolação no ambiente construído, bem como, as condições climáticas e as exigências de conforto térmico da localidade. O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade de aplicação do envelope solar como um mecanismo de controle para garantir o acesso ao sol nas fachadas, entre os edifícios e nas áreas passíveis de urbanização. Será utilizado o conceito de desejabilidade e indesejabilidade da radiação solar, uma vez que, o uso de gráficos de radiação ponderada no planejamento urbano pode servir na determinação de gabaritos médios para as diferentes áreas da malha urbana. Com o intuito de avaliar as consequências do adensamento e da verticalização, a área do Campus foi dividida em setores e para cada setor foram elaborados Planos Setoriais com propostas de ocupação com edificações, estacionamentos, praças e parques, além da manutenção das edificações existentes e da demolição de outras; no entanto, o impacto da radiação solar no ambiente construído não foi considerado. A metodologia citada neste estudo está sendo aplicada em cada um dos setores de planejamento, a fim de avaliar a situação atual nas áreas já consolidadas e as propostas para as áreas de renovação. Como a maioria dos setores já alcançou o limite máximo de ocupação do solo, serão apresentados, como estudo de caso, os Setores 01 e 09, onde ainda há possibilidade de expansão significativa. Nestes Setores foram aplicados os ângulos de obstrução definindo, desta forma, os gabaritos de altura máxima permitida em função do afastamento entre as edificações.

Palavras-chave: envelope solar, radiação solar, insolação, planejamento urbano.

ABSTRACT

The Campus of the State University of Santa Catarina, which has a rather low constructional density, is, nowadays, practically saturated. Having just few areas left for expansion, besides those ones reserved for the implantation of parks and squares, the University Campus is showing vertical and compacting tendencies. The Main Plan of the University Campus, which aims at establishing a limit for the expansion of the constructions and the quality of the urban area, shall include parameters for the evaluation of the performance of the urban forms supplied. Such forms shall consider the insolation and the day lighting in the constructed environment, as well as the weather conditions and the local requirements for the thermal comfort. The objective of this study is to analyze the viability of the solar envelope application as a controlling system that guarantees the access to sunlight at the façades, between the buildings, and in any area of the Campus which is subject to urbanization. Concept of desirability and undesirability of the solar radiation will be used since the use of controlled radiation graphics for the urban planning may be useful for establishing average grids for different urban areas. Aiming at the evaluation of the consequences of the compacting and vertical tendencies of the constructions, the Campus was divided in sectors. Sector Plans were elaborated, proposing new constructions for the area, parking areas, squares and parks as well as the maintenance of the already

existing buildings and the demolition of others, however, the impact of the solar radiation in the constructed environment was not considered. The methodology cited in this study is being applied in each one of the planning sectors, in order to evaluate the current situation in the areas already consolidated and the proposals for the renewal areas. As the majority of the sectors already reached the maximum limit of occupation of the ground, will be presented, as study of case, Sectors 01 and 09, where still it has possibility of significant expansion. In these Sectors the blockage angles had been applied defining, of this form, the answer sheets of allowed maximum height in function of the removal between the constructions.

Keywords: solar envelope, solar radiation, insolation, urban planning

1 INTRODUÇÃO

O Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na cidade de Florianópolis, Brasil, com baixa densidade construtiva, encontra-se hoje, praticamente, saturado. Restando poucas áreas para expansão, além daquelas reservadas para a implantação de parques e praças, o Campus apresenta, devido a crescente demanda de construções, tendência à verticalização e ao adensamento. O Plano Diretor do Campus, para estabelecer um limite à expansão das construções e, ao mesmo tempo, garantir a qualidade ambiental deverá incluir parâmetros para a aferição do desempenho das formas urbanas geradas que considerem o impacto da insolação e iluminação natural no ambiente construído, bem como, as condições climáticas e as exigências de conforto térmico da localidade.

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade da aplicação do critério de envelope solar como um mecanismo de controle para garantir o acesso ao sol nas fachadas e entre os edifícios, bem como, assegurar que o acesso ao sol seja garantido em qualquer área do Campus sujeita a desenvolvimento.

Vários estudos sobre a viabilidade do uso deste critério têm sido desenvolvidos como os elaborados no Brasil (PEREIRA, 1994) e na Argentina (CASABIANCA *et al.*, 2001). Estes estudos demonstram que, uma consciente utilização de regulamentos através de linhas de propriedade, pode proporcionar um método bastante razoável para a definição de recuos, afastamentos e limitação de altura das edificações sem, contudo, afastar-se das necessidades reais de conforto ambiental. Um dos principais atributos deste conceito é o de não estar vinculado a nenhuma volumetria urbana pré-determinada e de estar fundamentado cientificamente numa das principais condicionantes ambientais, a radiação solar. Para Casabianca *et al.* (2001) os resultados preliminares de estudos desenvolvidos na Argentina, que serão utilizados para o desenvolvimento de critérios sustentáveis relacionados à disponibilidade de energia solar em áreas urbanas, para aplicação na revisão da legislação construtiva daquele país, mostram que os envelopes são viáveis como mecanismos de acesso e controle solar.

Como critério de controle, foi utilizado o conceito de deseabilidade e indeseabilidade da radiação solar proposto por Aroztegui (1981), através do balanceamento das exigências de aquecimento e sombreamento da radiação solar ao longo do ano. O uso de gráficos de radiação ponderada no planejamento urbano pode servir na determinação de gabaritos médios para diferentes áreas da malha urbana e não são tão restritivos quanto às densidades de construção resultantes.

2 METODOLOGIA

Para a obtenção e a produção das informações climáticas necessárias para a caracterização das condições ambientais em Florianópolis (latitude 27,54° S) são necessários os dados de temperatura do ar e de radiação solar. Os dados horários de temperatura do ar externo foram obtidos a partir do *Test Reference Year* (TRY) disponibilizados pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Já os dados de radiação solar foram obtidos a partir do *Typical Meteorological Year* (TMY), disponibilizados pelo Laboratório de Energia Solar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

As principais variáveis consideradas para avaliar o acesso ao sol foram as seguintes:

- as orientações Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste;
- o período de duração da insolação mínima equivalente a 1,5 a 2 horas diárias nos meses de inverno;
- a forma e a altura das edificações;
- a distância entre as edificações;
- outras condições gerais de disponibilidade de luz solar.

2.1 Desejabilidade e Indesejabilidade da Radiação Solar

O conceito de desejabilidade e indesejabilidade da radiação solar, segundo Aroztegui (1981) é definido através de um sistema de ponderação para as radiações solares incidentes nas fachadas durante todo o ano em função do afastamento entre temperatura ambiente e a temperatura neutra para a época do ano em estudo.

A obtenção dos valores da radiação ponderada é feita pelo produto das radiações recebidas sobre o plano da fachada para cada hora e orientação pelos fatores de ponderação (F_p). Estes fatores são obtidos a partir dos dados de temperatura do ar do dia típico e da temperatura média mensal da localidade em estudo.

Para representar o grau de satisfação e insatisfação das pessoas em relação à radiação solar é necessário estabelecer, previamente, o padrão de conforto, a temperatura ambiente (T_a), a temperatura neutra de cada mês (T_n) e os fatores de ponderação da radiação solar (F_p).

Para o padrão de conforto, assumiu-se que a pessoa está realizando atividade sedentária e com roupas adaptadas às condições médias de ambientes internos. A temperatura ambiente (T_a) utilizada é composta por $\frac{3}{4}$ da temperatura do ar externo e $\frac{1}{4}$ da temperatura média mensal. Para obter a temperatura neutra de cada mês (T_n) foi utilizada a seguinte equação proposta por M. Humphreys (apud AROZTEGUI, 1981):

$$T_n = 11,9 + 0,543 * t_{média\ mensal} \quad (\text{eq. 1})$$

T_n – temperatura neutra de cada mês;

$t_{média\ mensal}$ – temperatura média mensal.

Os fatores de ponderação da radiação solar (F_p) são definidos em função do afastamento entre a temperatura neutra (T_n) e a temperatura ambiente (T_a). Serão desejáveis, valores positivos, quando a temperatura ambiente (T_a) for inferior à temperatura neutra, e indesejáveis, negativos, na situação inversa. Na expressão abaixo o expoente α tem valor igual a 1,5 para calor e 1,0 para frio.

$$F_p = \left(\frac{T_a - T_n}{2} \right)^\alpha \quad (\text{eq. 2})$$

F_p – fatores de ponderação da radiação solar;

Ta – temperatura ambiente;

Tn – temperatura neutra de cada mês.

Os valores da radiação ponderada (Rp) são obtidos a partir do produto dos fatores de ponderação (Fp) aplicados sobre a radiação solar direta (Ibt) incidente sobre as fachadas em cada orientação, hora a hora.

$$Rp = Fp * Ibt \quad (\text{eq. 3})$$

Rp – radiação ponderada;

Fp – fatores de ponderação da radiação solar;

Ibt – radiação solar direta.

Como o objetivo do trabalho é o de possibilitar uma avaliação da desejabilidade e da indesejabilidade produzidas pela penetração solar, somente as radiações diretas foram calculadas.

Para estimar o grau de obstrução produzido pelo entorno construído, os valores da radiação ponderada foram lançados sobre os Diagramas de Trajetórias Aparentes do Sol, na hora e data correspondentes e para cada orientação. Estes diagramas foram sobrepostos às Máscaras de Sombra do Entorno em projeção estereográfica, confeccionadas para cada situação estudada. Para obter o balanço mais adequado, procedeu-se ao levantamento do somatório das radiações ponderadas positivas e negativas para cada orientação.

2.2 Ângulos de Obstrução ou Linhas de Propriedade

Para auxiliar na definição dos ângulos das linhas de propriedade a serem respeitadas para cada orientação, segundo Pereira (1994), foi necessária a definição de alguns critérios iniciais como: o balanço das radiações ponderadas anual positivo; o balanço das radiações ponderadas positivo para o equinócio (meses de março e setembro); e, a insolação no período de inverno de, no mínimo, 1,5 a 2 horas diárias. Os intervalos de valores médios para os ângulos de obstrução obtidos para cada orientação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Ângulos de Obstrução para cada Orientação Solar

Orientação da fachada da edificação							
N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
57 - 63	57 - 63	63 - 67	57 - 63	42 - 48	47 - 53	52 - 58	57 - 63

O nível mínimo de referência para aplicação dos ângulos de obstrução ou linhas de propriedade deve ser de dois metros de altura a partir do piso do pavimento térreo, pois corresponde à altura média das aberturas nas edificações, conforme a Figura 1. Ao serem transferidos para as bordas das quadras, estes ângulos formam um conjunto de limites geométricos definido por Knowles (apud PEREIRA, 1994) como envelope solar viável, isto é, o maior volume que uma edificação pode ocupar, acima do terreno, de forma a permitir o acesso ao sol e à luz natural da vizinhança imediata.

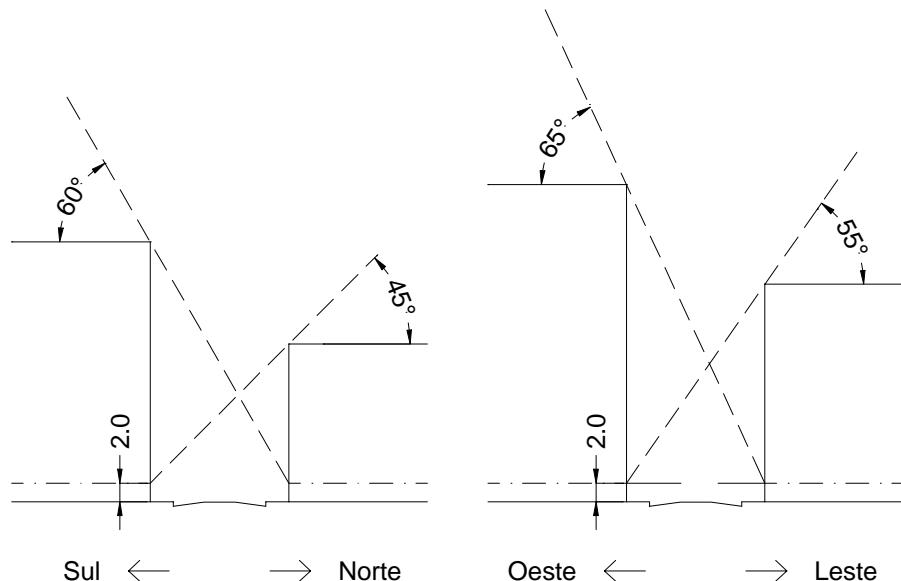


Figura 1 - Desenho esquemático da aplicação dos ângulos de obstrução ou linhas de propriedade.

3 ESTUDO DE CASO

A Comissão de Planejamento Físico, responsável pela elaboração do Plano Diretor do Campus, para fins de planejamento, dividiu a área do Campus em setores, conforme a Figura 2, uma vez que, dentro da estrutura espacial urbana encontram-se diferentes densidades, gabaritos, arranjos, formas e espaçamentos. Para cada setor específico foram elaborados Planos Setoriais com propostas de ocupação com edificações, áreas de estacionamentos, praças e parques, além da manutenção das edificações existentes e da demolição de outras consideradas provisórias (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005). Estes Planos Setoriais, no entanto, foram elaborados sem levar em consideração o impacto da radiação solar no ambiente construído.

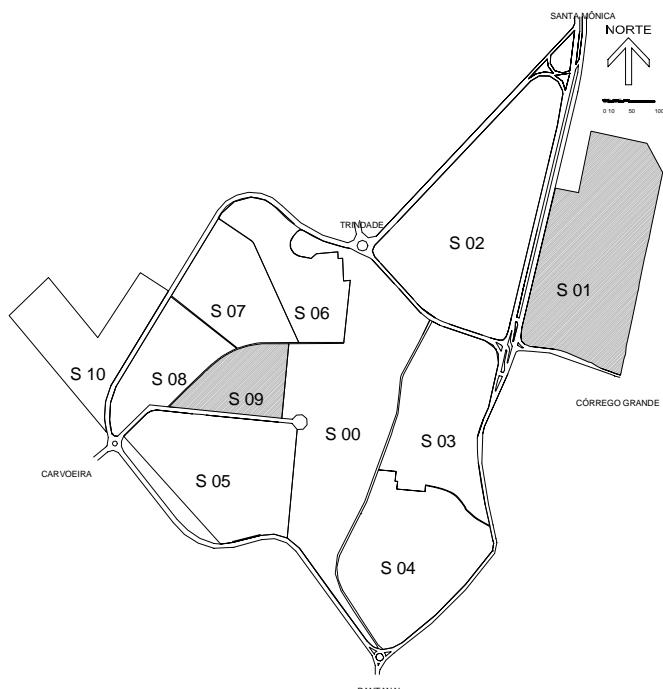


Figura 2 - Campus da UFSC dividido em setores de planejamento.

A metodologia citada neste estudo está sendo aplicada em cada um dos setores de planejamento, a fim de avaliar a situação atual nas áreas já consolidadas e as propostas para as áreas de renovação. Como a maioria dos setores já alcançou o limite máximo de ocupação do solo, serão apresentados, como estudo de caso, o Setor 01 e o Setor 09, onde ainda há possibilidade de expansão significativa.

3.1 Setor 01

A Comissão de Planejamento Físico propõe para este setor, além da implantação de praça de convivência e estacionamentos, a construção de novas edificações com 5 pavimentos. Para a análise deste setor foram definidos pontos e confeccionadas as respectivas Máscaras de Sombra do Entorno, conforme Figura 3.

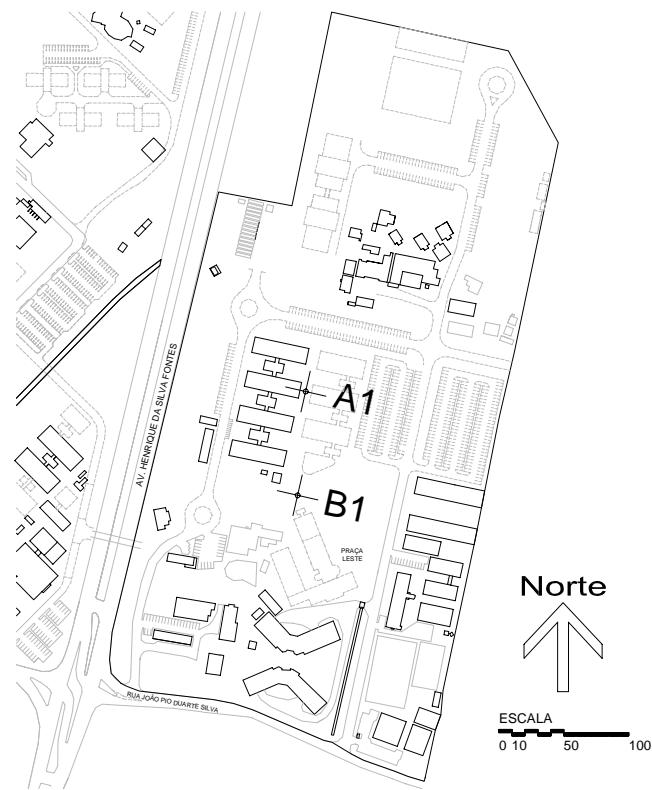


Figura 3 - Plano Setorial para o Setor 01 com os pontos de análise.

Segundo a análise dos gráficos para o ponto A1, constata-se que, a altura e o afastamento propostos entre as edificações a construir e as existentes, não permitem que se obtenha o mínimo de 1,5 horas de sol diárias, além de bloquear grande parte da insolação desejável no período de inverno.

Para se obter as condições mínimas de insolação, o afastamento entre as edificações a construir, com 5 pavimentos, e as existentes, com 4 pavimentos, deverá ser aumentado de 9 para 11 metros, conforme a Figura 4. Já entre as edificações a construir, a distância entre elas deverá ser aumentada de 12 para 16 metros. As edificações existentes podem ter o gabarito elevado de 4 para 7 pavimentos, uma vez que o aumento da obstrução permitiria que se eliminasse grande parte da insolação indesejável no período do verão à tarde.

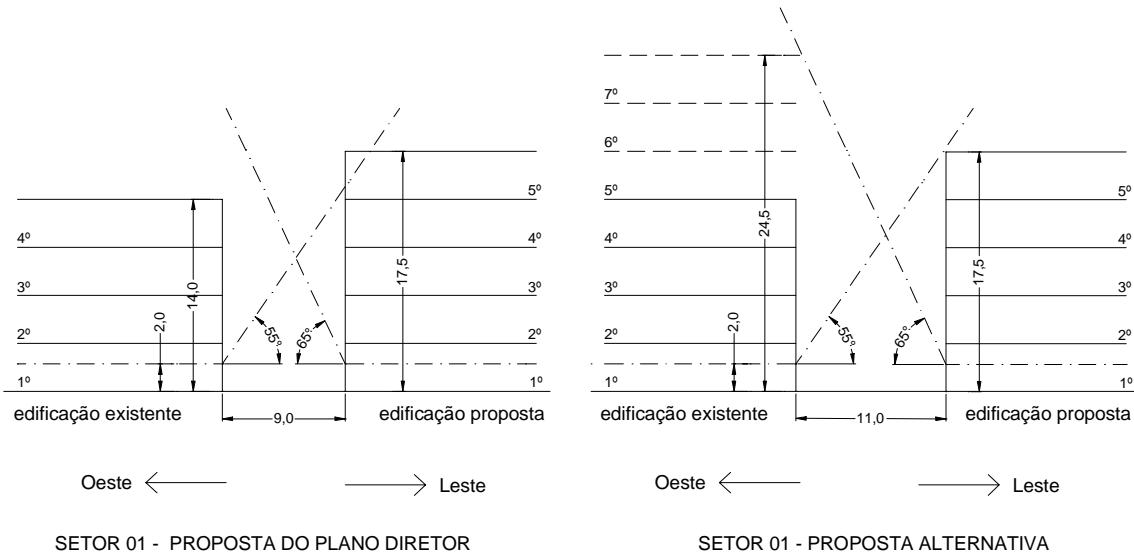


Figura 4 - Análise gráfica do Plano Setorial para o Setor 01.

3.2 Setor 09

O Setor 09, ainda sem proposta de urbanização no Plano Diretor do Campus, está localizado no centro da área. Tem como restrições, impostas pela legislação brasileira, a faixa de afastamento obrigatório de 30 metros a partir da margem do curso de água e o gabarito máximo de 12 pavimentos. Ao Sul, este setor está limitado por rua interna com largura de 20 metros e edificações com 4 pavimentos; a Leste com edificação de 8 pavimentos; e, ao Norte e Oeste limita-se com curso de água e estacionamento.

Tomando-se como base o prédio existente de 8 pavimentos, segundo o Plano Diretor do Campus, o edifício a implantar com gabarito máximo de 12 pavimentos, deverá estar afastado em 18 metros da edificação existente, para que se assegure o mínimo de 1,5 horas de sol diárias e a insolação desejável no inverno.

O volume definido pelo envelope solar para este setor permite diferentes opções de tipologia construtiva com diferentes efeitos na disponibilidade de radiação solar no entorno e nos espaços entre as edificações. A escolha da tipologia como do arranjo das edificações a serem propostas deverá considerar todos os demais parâmetros ambientais.

4 CONCLUSÕES

A metodologia empregada neste estudo possibilita o estabelecimento das recomendações iniciais para a ocupação do solo que ainda está disponível para a expansão das construções da UFSC. Portanto, pode ser incorporada pelo Plano Diretor do Campus como uma ferramenta, rápida e prática, de controle e consulta.

Como o planejamento para insolação deve estar integrado com os demais objetivos do planejamento geral, pretende-se incluir na análise os demais parâmetros ambientais como: a iluminação natural, com a garantia de acesso à luz natural a partir de uma porção de céu visível; a ventilação, com estudos de porosidade, rugosidade, permeabilidade e espaços livres; o paisagismo, com o sombreamento, as barreiras para a redução do vento, a ventilação e a filtragem de poluentes que a vegetação pode proporcionar; e, a acústica urbana.

A aplicação destes critérios pela Comissão do Plano Diretor Físico da Universidade Federal de Santa Catarina, deverá ser de forma criteriosa, usando o bom senso e respeitando a diversidade de funções e formas encontrada em cada setor específico do Campus da UFSC.

5 REFERÊNCIAS

- AROZTEGUI, J. M. Método para projeto e avaliação de pára-sois externos, visando a otimização do seu desempenho térmico para um clima dado. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DA RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO AS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, 1., 1981, São Paulo. *Anais...* IPT/USP, São Paulo, 1981, p. 583-98.
- CASABIANCA, Gabriela; SCHILLER, Silvia de; PERINA, María F.; NICKISH, Mariana. Solar access in medium and high density urban areas in Argentina. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18., 2001, Florianópolis, *Proceedings...* Florianópolis, PLEA, 2001. p. 651-2.
- PEREIRA, F. O. R. **Uma metodologia para indicações de ocupação do ambiente urbano: controle da obstrução do sol e da abóbada celeste.** Monografia apresentada em Concurso para Professor Titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Plano Diretor do Campus.** Comissão Permanente de Planejamento Físico (CPPF), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. (No prelo)