XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Análise bioclimática como ferramenta na definição de diretrizes espaciais no campus da UFRN em Macaíba-RN

Análisis bioclimático como herramienta en la definición de pautas espaciales en el campus de la UFRN en Macaíba-RN

Bioclimatic analysis as a tool in defining spatial guidelines on the UFRN campus in Macaíba-RN

Clima e Planejamento Urbano

Araújo, Virgínia Maria Dantas de
Doutora, UFRN, Natal/RN, Brasil, virginiamdaraujo@gmail.com

Sousa, Silvio Braz de
Doutor, UFRN, Natal/RN, Brasil, sousab@ufrn.edu.br

Araújo, Carla Varela de Albuquerque
Mestranda, UFRN, Natal/RN, Brasil, carlavarela_arq@yahoo.com.br

Cunha, Leonardo Jorge Brasil de Freitas
Doutor, UFRN, Natal/RN, Brasil, Leonardo.brasil@ufrn.br

Ataíde, Ruth Maria da Costa
Doutora, UFRN, Natal/RN, Brasil, maria.ataide@ufrn.br

Resumo

A consolidação da política de interiorização da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), na última década, tem acarretado a expansão física dos seus campi para atender as demandas decorrentes das atividades acadêmicas e administrativas, necessitando de um ordenamento físico-territorial. No processo de construção do Plano Diretor do Campus Macaíba foram levantados os aspectos físico-ambientais, destacando a sua inserção territorial na região metropolitana de Natal. Após a definição do macrozoneamento, a escolha da aplicação da análise bioclimática no núcleo central, se fundamentou na constatação da maior densidade construtiva. Para análise bioclimática do núcleo central edificado do campus foi utilizado o método que avalia as condições climática através de uma descrição qualitativa do espaço, baseado nos padrões térmicos e dinâmicos do clima, em relação ao uso do solo, gabarito das edificações, as áreas verdes, topografia e recobrimento das vias. Como diretrizes conclui-se que as edificações e construções do núcleo central devem obedecer às prescrições urbanísticas que valorizem a preservação arquitetônica, incluindo a sua adequação aos estudos bioclimáticos.

Palavras-chave: Plano diretor. Campus universitário. Análise bioclimática.

Resumen

La consolidación de la política de interiorización de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), en la última década, llevó a la ampliación física de sus campus para atender las demandas derivadas de las actividades académicas y administrativas, que requieren un orden físico-territorial. En el proceso de construcción del Plan Maestro del Campus Macaíba, se plantearon aspectos físico-ambientales, destacando su inserción territorial en la región metropolitana de Natal, limitaciones paisajísticas y biofísicas, entre otros. Luego de definir la macrozonificación, la elección de aplicar el análisis bioclimático en el núcleo central se basó en el hallazgo de una mayor densidad constructiva. Para el análisis bioclimático del núcleo central construido del campus, se utilizó el método para evaluar las condiciones climáticas a través de una descripción cualitativa del espacio, basada en patrones climáticos térmicos y dinámicos, en relación con el uso del suelo, la distribución del edificio, las áreas verdes, la topografía y la cobertura de las carreteras. Como lineamientos, se concluye que los edificios y construcciones en el núcleo central del Campus deben cumplir con prescripciones urbanísticas que valoren la preservación del estilo arquitectónico, incluida su idoneidad para estudios bioclimáticos.

Palabras clave: Plan maestro. Campus universitario. Análisis bioclimática.

Abstract

The consolidation of the policy of interiorization of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), in the last decade, has led to the physical expansion of its campuses to meet the demands arising from academic and administrative activities, requiring a physical-territorial organization. In the process of constructing the Master Plan of the Macaíba Campus, the physical-environmental aspects were raised, highlighting its territorial insertion in the metropolitan region of Natal, the landscape, and biophysical conditions, among others. After defining the macrozoning, the choice of applying the bioclimatic analysis in the central nucleus was based on the observation of the highest building density. For the bioclimatic analysis of the central built nucleus of the campus, the method that evaluates the climatic conditions through a qualitative description of the space was used, based on the thermal and dynamic patterns of the climate, in relation to the use of the land, the height of the buildings, the green areas, topography and coverage of the roads. As guidelines, it is concluded that the buildings and constructions of the central nucleus of the Campus must comply with urban planning prescriptions that value the preservation of the architectural style, including their adaptation to bioclimatic studies.

Keywords: Master plan. University campus. Bioclimatic analysis.

Introdução

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) vem se consolidando nos últimos anos dentro da política de interiorização o que, consequentemente, vem acarretando a expansão física dos seus *campi* para atender as demandas decorrentes das atividades acadêmicas, que demandam ações de ordenamento territorial e físico ambiental. Nessa perspectiva, a administração central da instituição constituiu comissões para elaboração dos planos diretores dos seus *campi*.

A UFRN está presente em cinco campi, sendo um em Natal e quatro no interior (Caicó, Currais Novos, Santa Cruz e Macaíba), com ensino de graduação e de pós-graduação na modalidade presencial. A sua atuação é ampliada com a oferta de educação a distância, com atividades em polos de apoio presencial em todas as regiões do estado. Também, oferece educação profissional técnica de nível médio, bem como educação infantil e ensino fundamental.

De acordo com Oliveira e Silva (2010), um campus universitário por suas dimensões, características físicas e quantidade de população usuária, configura-se como um equipamento de alta complexidade e com uma grande magnitude de impacto, negativos ou positivos, no ambiente natural e construído.

O Plano Diretor de um campus universitário é um importante instrumento de planejamento, pois define as diretrizes de gestão territorial e ambiental por meio de parâmetros utilizando instrumentos de parcelamento e controle de uso e ocupação do solo, que também orientam as suas estratégias de expansão. Esteves e Falcoski (2012) ressaltam que os planos diretores de campus universitário não devem se limitar apenas a uma lista de projetos e obras, devendo incorporar estratégias e ações a longos prazos da expansão da instituição.

Nessa perspectiva se insere o Plano Diretor (PD) do campus Macaíba. A sua elaboração foi estruturada priorizando-se a análise de duas dimensões de análise: 1) Institucionais (histórica e missão da instituição, organização administrativa e comunitária, indicadores acadêmicos e expectativas de expansão; e 2) Condicionantes físico-ambientais e normativos e a proposição de diretrizes associadas a um macrozoneamento para orientar o uso e ocupação do território.[1]

[1] Salienta-se que todo o processo de construção do Plano foi desenvolvido com a participação da comunidade universitária, por meio de oficinas de leitura comunitária em audiências públicas, mediadas pelas comissões locais designadas para acompanhamento e colaboração na elaboração dos trabalhos realizados.

Para este artigo priorizamos uma variável dos condicionantes físico-ambientais, especificamente, a relacionada aos condicionantes biofísicos, paisagísticos e de conforto urbano: análise bioclimática do núcleo central do Campus. Convém salientar que este enfoque dialogou com a inserção territorial do campus no território da região metropolitana de Natal, a mobilidade interna e externa, incluindo transporte e acessibilidade, a infraestrutura de serviços básicos, gestão dos resíduos sólidos, a legislação urbanística e ambiental incidente em distintas esferas de governo, entre outros temas transversais.

Este recorte de análise, que também se configura como a fração com maior densidade construtiva, foi definido a partir do zoneamento proposto pelo Plano Diretor. Em razão disso, o artigo objetiva evidenciar os condicionantes bioclimáticos da fração selecionada a partir do método proposto por Lutz Katzchner (1997). Além da introdução e das considerações finais, o artigo está estruturado em 4 partes: 1) Breve histórico do Campus; 2) Condicionantes Físico-Ambientais (caracterização climática); 3) Macrozoneamento; e Análise bioclimática do núcleo central do Campus.

Campus Macaíba da UFRN: um breve histórico

A história do campus de Macaíba está ligada ao surgimento da agroindústria do processo de industrialização brasileiro, a partir da década de 1950. Na época foram implantadas políticas voltadas à modernização do setor agropecuário. Em 1967, o território ocupado pelo campus foi doado à UFRN pelo governo do estado do Rio Grande do Norte, com o intuito de criar um curso de agronomia, o que não ocorreu, por causa da criação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), hoje Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA).

Em 2002, com a aprovação do novo Regimento Geral da UFRN, ocorreu a mudança na denominação da Unidade Suplementar, chamada Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ). Durante o período entre 2005 e 2017, houve um crescimento dos cursos ofertados pela EAJ, impulsionados pela adesão da UFRN, em 2007, ao Programa de Expansão e Reestruturação das Universidades Federais (REUNI).

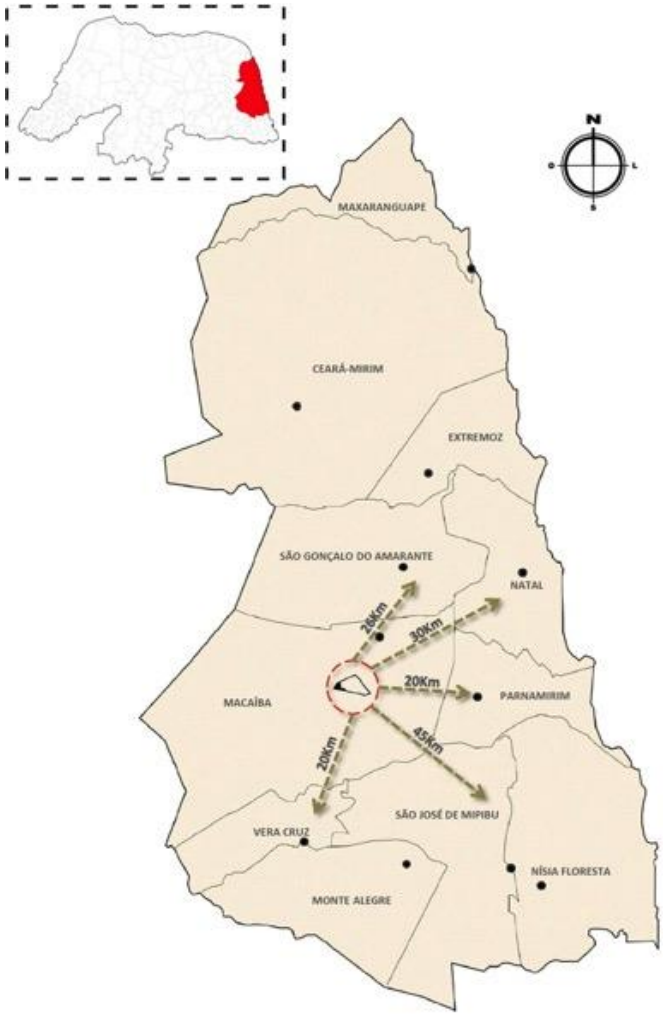
Em 2007, a Escola Agrícola de Jundiaí passou da condição de Órgão Suplementar para Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, integrada à estrutura acadêmica e administrativa da UFRN, com o propósito de transformar a médio e longo prazo, em centro de excelência em Ciências Agrárias, o que requereu a implantação de novos cursos de formação tecnológica em níveis médio, de graduação e de pós-graduação na mesma área de

conhecimento. Em 2008, foi criado o curso de bacharelado em Engenharia Florestal; em 2010, o curso de bacharelado em Engenharia Agronômica; e, em 2012, o curso de tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. No âmbito do REUNI, na pós-graduação, em 2008, foi criado o curso *stricto sensu* em Produção Animal, em associação com a UFERSA e, em 2011, o curso de Ciências Florestais.

Condicionantes Físico-Ambientais do Campus Macaíba

O Campus Macaíba está localizado no município homônimo, situado na Região Metropolitana de Natal (Figura 1).

Figura 1– Limites do Campus Macaíba na Região Metropolitana de Natal.



Fonte: Acervo da Comissão de Elaboração do PD Campus Macaíba, 2020.

Condições Climáticas do Campus Macaíba

Para a análise das condições climáticas do território do Campus Macaíba tomamos como referência as Normais Climatológicas do Brasil, publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Os dados dessa fração territorial foram coletados na estação 82598, no período 1981 a 2010. Esta fração caracteriza-se por clima quente e úmido e suas coordenadas médias (latitude 5,92 Sul e longitude 35,20 W) definem sua posição intertropical no hemisfério sul, muito próxima do Equador.

Os dados médios mensais das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade dos ventos e insolação são apresentados a seguir.

As temperaturas do ar médias, máximas e mínimas mensais da região, no período de 1981 a 2010, observa-se que durante o ano a amplitude térmica média de 7 °C, ocorrendo as máximas temperaturas do ar no mês de fevereiro e as mínimas no mês de julho (Figura 2).

Os dados da Umidade Relativa do ar média mensais, observam-se valores acima de 75% durante todo o ano, sendo o mês de junho o mais úmido de todos (Figura 3).

Figura 2 – Gráfico dos dados das temperaturas do ar médias, máximas e mínimas mensais da região do Campus Macaíba.

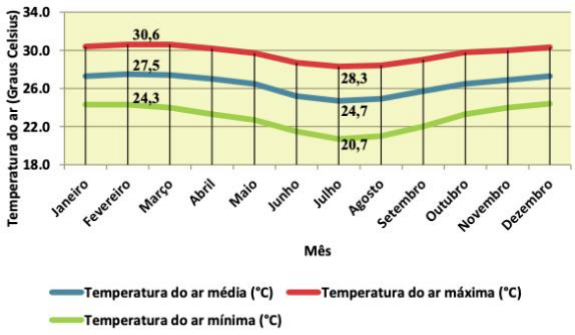
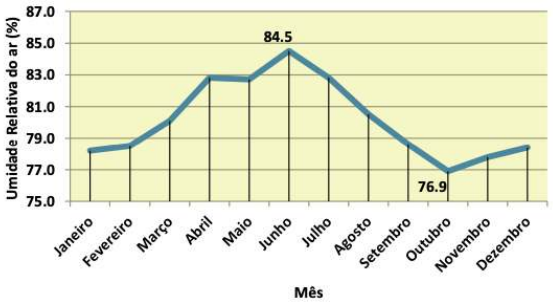


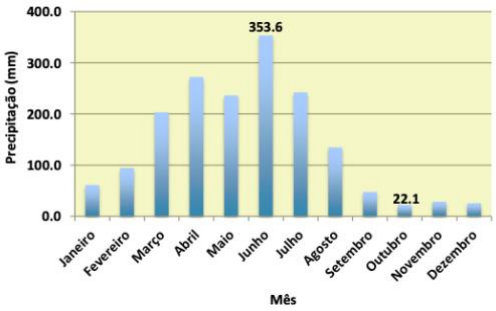
Figura 3 – Gráfico da umidade relativa média do ar na região do Campus Macaíba.



Fonte: INMET, 2018.

Os dados de precipitação acumulados anual, de acordo com os dados do INMET (2018), são de 1721,4 mm anuais, sendo o mês mais chuvoso o mês de junho e o menos chuvoso o mês de outubro (Figura 4).

Figura 4 – Gráfico dos dados de precipitação acumulados (mm) mensais da região objeto de estudo.



Fonte: INMET, 2018.

Os dados da direção e velocidade dos ventos médios mensais constantes nas Normais Climatológicas 1981 a 2010 (INMET, 2018) confirmam a grande influência dos ventos alísios sudeste na região de estudo. Ainda, observam-se as maiores velocidades no mês de setembro e as menores no mês de abril (Figuras 5 e 6).

Figura 5 – Gráfico dos dados da média da direção dos ventos mensais da região do Campus Macaíba.

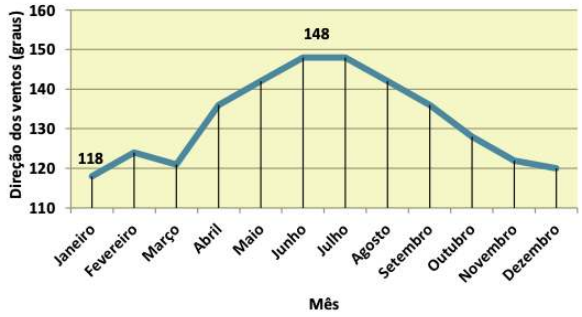


Figura 6 – Gráfico dos dados das médias da velocidade dos ventos mensais da região do Campus Macaíba.



Fonte: INMET, 2018.

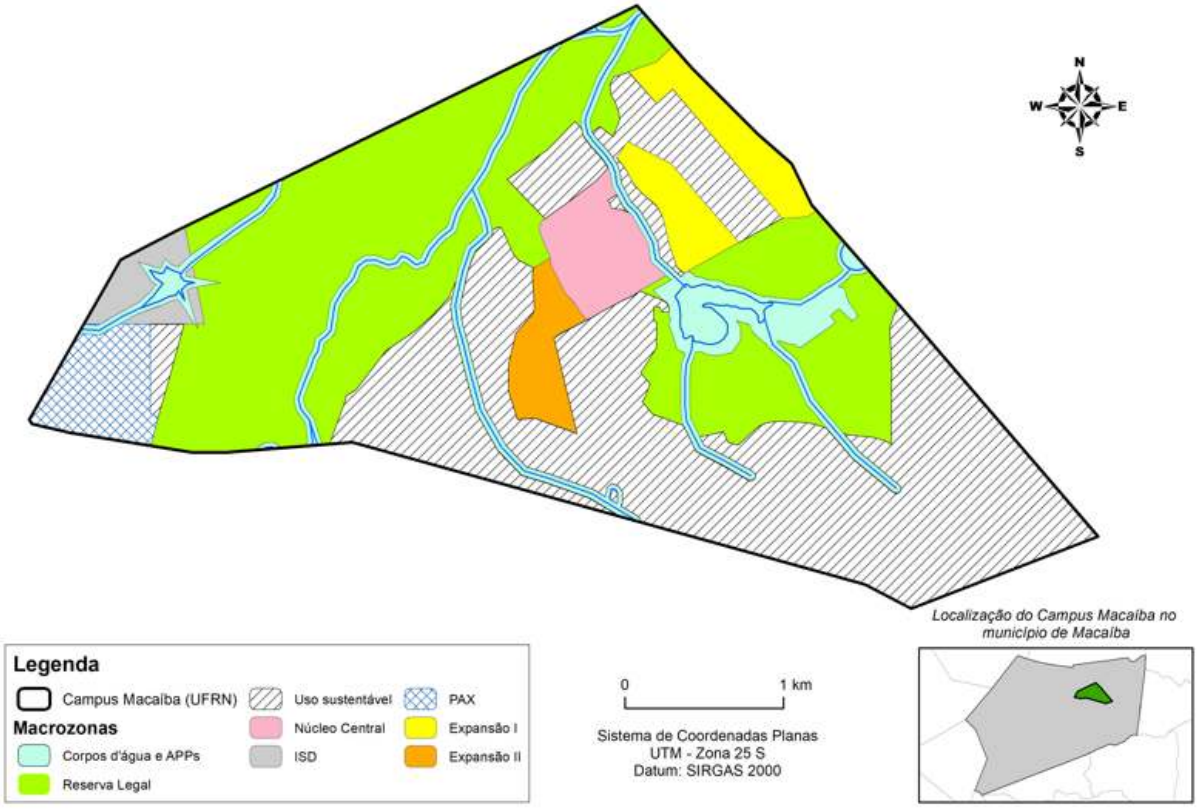
Os dados de radiação solar, fundamentais para a caracterização climática de dada região, normalmente não são medidas nas estações climatológicas e não constam das Normais Climatológicas mencionadas, limitando-se, a maioria delas, ao número de horas de sol – insolação.

Macrozoneamento do campus Macaíba

O Macrozoneamento do Campus Macaíba, um dos produtos do Plano Diretor, teve o objetivo de nortear o planejamento e a gestão do seu território a partir da sua divisão em Macrozonas,

com base nos estudo realizados, notadamente os associados aos condicionantes físico-ambientais teórico-metodológicos correspondentes as diversas dimensões de análise e que resultaram na indicação de diretrizes gerais de uso e ocupação, e alocação de infraestrutura e promoção de manejo e da conservação ambiental integrada do espaço natural com o edificado. Nessa perspectiva o Campus foi dividido em nove macrozonas, as quais foram definidas a partir das suas unidades geoambientais resultantes dos estudos que observaram as referências históricas e culturais e atuais formas de uso e ocupação (Figura 7).

Figura 7 – Macrozoneamento do Campus Macaíba (2020).



Fonte: Acervo da Comissão de Elaboração do Plano Diretor do Campus Macaíba.

Após a definição do macrozoneamento, a escolha da aplicação da análise bioclimática no núcleo central, se fundamentou na constatação da maior densidade construtiva no perímetro efetivamente ocupado pela Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), tendo em vista que as demais frações territoriais do Campus ainda abriga poucos espaços edificados e presença destacada de espaço livres com densa cobertura vegetal e de relevante valor ambiental, paisagístico e biológico.

Análise bioclimática do núcleo central do Campus Macaíba

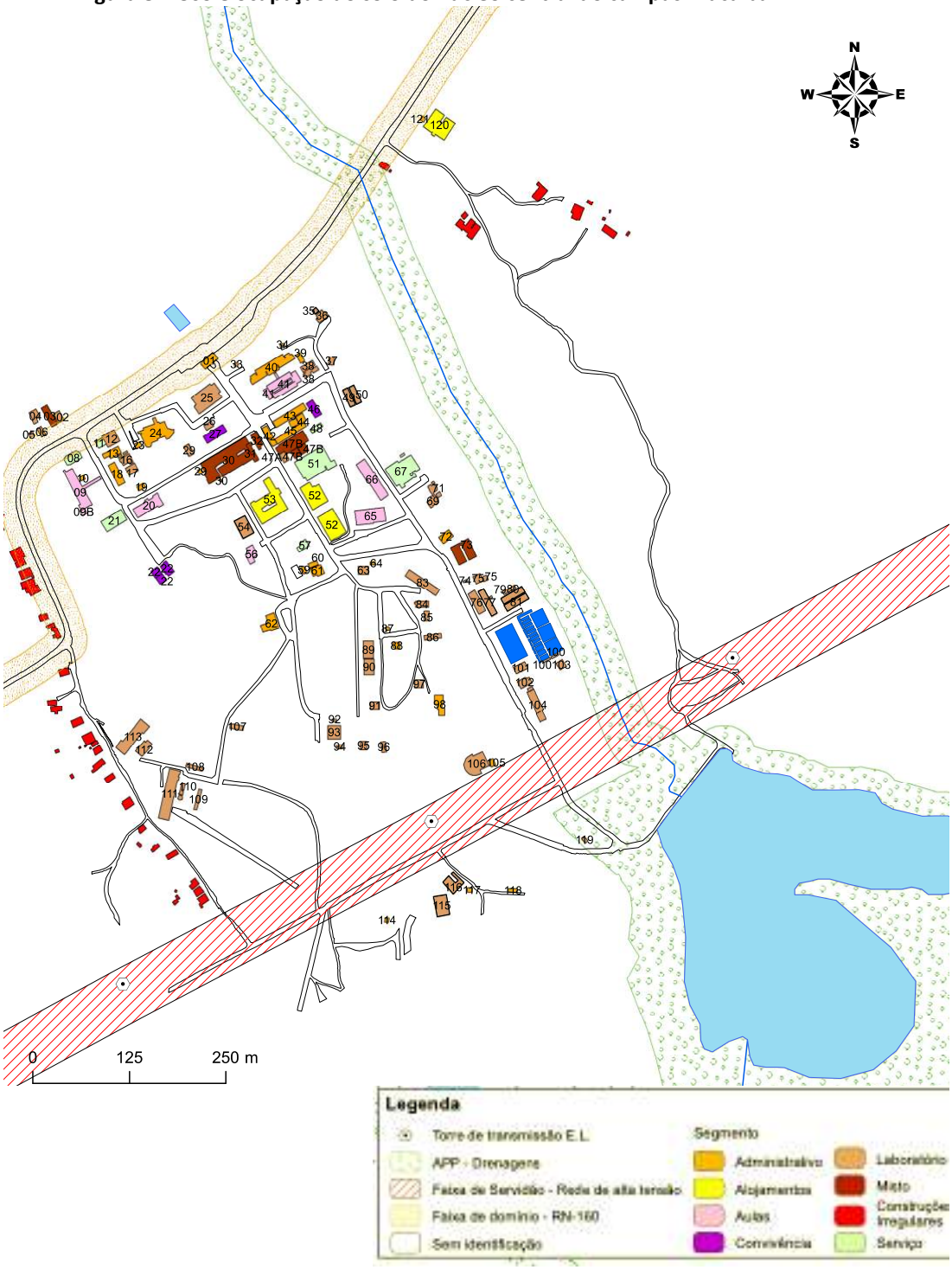
O referencial teórico-metodológico para a análise bioclimática do núcleo central do Campus Macaíba foi o proposto pelo professor Lutz Katzschner (KATZSCHNER, 1997). O método de estudo avalia as condições climática através de uma descrição qualitativa do espaço e de um sistema de classificação baseado nos padrões térmicos e dinâmicos do clima, em relação ao uso do solo, gabarito das edificações, às áreas verdes, topografia e o recobrimento das vias, seguido por uma descrição quantitativa do espaço. Assim, de acordo com a metodologia, foram elaborados 5 mapas da fração em estudo, um para cada atributo da forma da fração estudada a ser detalhado a seguir.

Quanto ao uso do solo e gabarito da fração delimitada como núcleo central do Campus Macaíba, por sua característica de um campus rural e com predominância de atividades agrárias, se percebe uma predominância de usos experimentais, administrativos, serviços, salas de aulas, laboratórios, alojamentos e residências, convivências e uso mistos. As edificações encontram-se dispersas no terreno, identificando-se apenas uma disposição linear ao longo de dois eixos formados por edificações situadas nas margens da rodovia RN-160 e ao longo do córrego do sangradouro de um dos Açudes existentes (Figura 8).

O tipo de trama aleatória identificada permite uma maior ou menor penetração dos ventos predominantes oriundos do quadrante sudeste e, consequentemente, maiores ou menores trocas térmicas entre os ventos e a massa edificada. Também, o gabarito predominante de apenas um pavimento não favorece a ventilação nos espaços edificados. Para clima quente-úmido é apropriada rugosidade alta ou muito alta. A rugosidade de uma área é delineada pelas saliências e reentrâncias apresentadas pela superfície constituída de espaços e massa construída, que entram em contato direto com as massas de ar (Figura 9).

A fração territorial do Núcleo Central inclui faixas pequenas ou mínimas de ecossistemas e espécies da flora nativa e antropizada, predominando gramíneas e vegetação arbórea. Possui uma cobertura vegetal de mata ciliar típica, a qual já se encontra bem degradada devido a pressão do crescimento do campus. Também contribui para a área de drenagem do Açude existente em direção ao vale do Rio Jundiaí (Figura 10).

Figura 8 – Uso e ocupação do solo do núcleo central do campus Macaíba.



Fonte: Acervo da Comissão de Elaboração do Plano Diretor do Campus Macaíba.

Figura 9 – Gabarito do núcleo central do campus Macaíba.



Figura 10 – Cobertura vegetal do núcleo central do campus Macaíba.



Fonte: Acervo da Comissão de Elaboração do Plano Diretor do Campus Macaíba

A fração territorial do Núcleo Central do Campus Macaíba apresenta, em geral, declividade média, sendo identificadas uma concavidade à norte, ao longo da rodovia RN-160, e área convexa no sentido sul (Figura 11). A maior parte das edificações situa-se na concavidade a leste do terreno. Em todo o núcleo central predomina uma declividade suave na direção Noroeste e declividade mais acentuada na direção leste, onde se encontra um córrego que atravessa sob a rodovia RN-160 e onde se encontra área de espécies de vegetação nativa. Quanto às áreas côncavas, são as áreas para as quais se direciona o escoamento das águas pluviais.

O sistema viário no núcleo central do campus é estruturado de forma irregular a partir de uma via principal de acesso, com pavimentação em paralelepípedo, como a maior parte das vias

locais. Na entrada do núcleo central também há presença destacada de estacionamentos com recobrimento asfáltico (Figura 12).

Figura 11 – Topografia do núcleo central do Campus Macaíba.

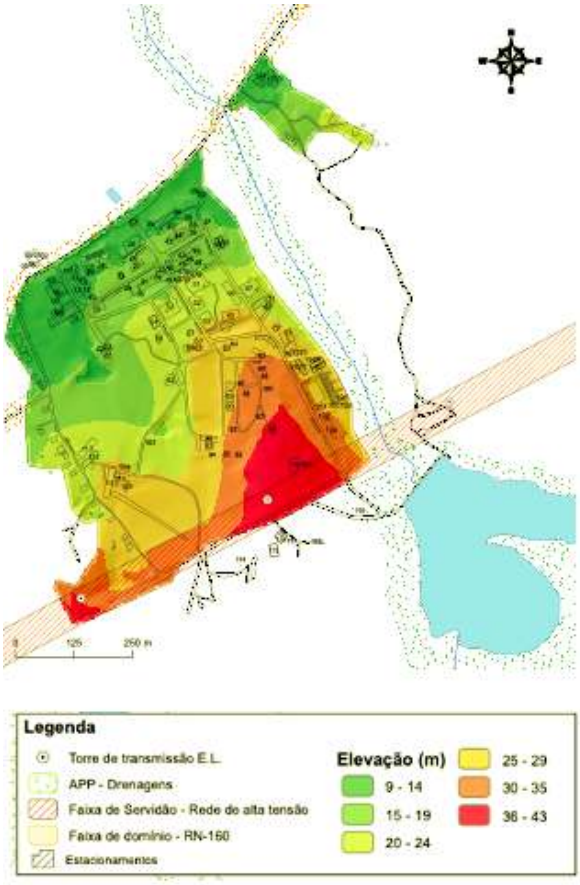
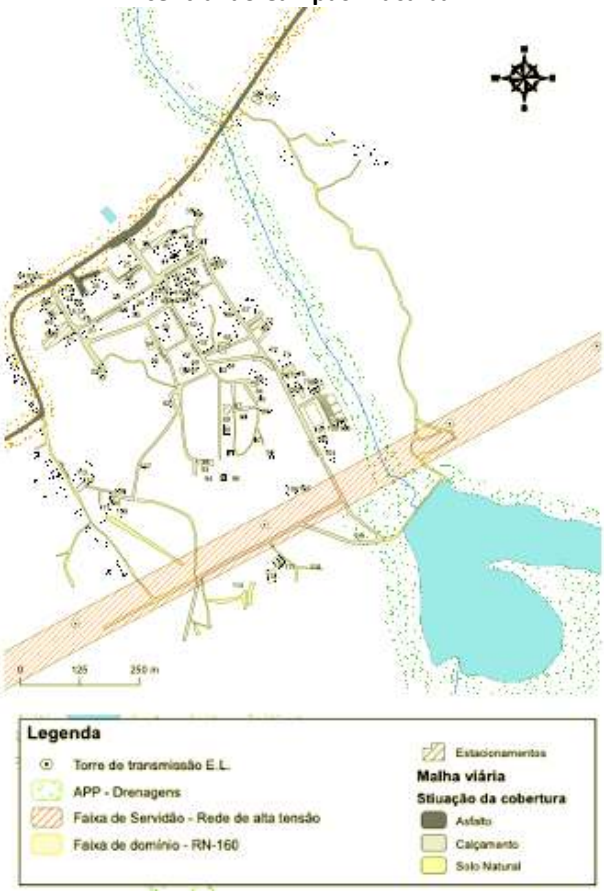


Figura 12 – Recobrimento das vias do núcleo central do Campus Macaíba.



Fonte: Acervo da Comissão de Elaboração do Plano Diretor do Campus Macaíba.

Segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2024), o Campus Macaíba está enquadrado na Zona Bioclimática 5A. A estratégia de condicionamento térmico passivo mais indicada para a essa Zona Bioclimática é a ventilação cruzada permanente, durante todo o ano, como também grandes aberturas para circulação de ar e sombreamento destas, a fim de minimizar a incidência solar. Além dessas estratégias, propõe a utilização de vedações externas como paredes refletoras e coberturas leves.

A ventilação cruzada é uma das técnicas mais eficientes em um ambiente e apresenta melhor resultado quando entradas de ar são localizadas na zona de alta pressão – pressão maior, ou

área voltada para os ventos – e as saídas de ar localizadas na área de sucção – pressão menor. Portanto, deve-se observar a velocidade e direção dos ventos ao elaborar o projeto, bem como deve se valer de elementos direcionadores para facilitar a entrada dos ventos. Além de remover o calor interno dos ambientes, é necessário evitar a entrada de calor pela envoltória, por meio de estratégias como: dificultar a chegada da radiação às superfícies opacas do edifício; posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devido à energia solar; proteger as aberturas contra a entrada da radiação; minimizar a absorção e a transmissão de calor pelas superfícies externas.

O sombreamento é uma estratégia recomendada por causa dos verões quentes e de muita radiação solar na região. Na prática, propõe-se coberturas com superfícies refletoras, uso de cores claras, forros com ático ventilado e com baixa emissividade na área interna

Considerações Finais

As edificações e construções do núcleo central do Campus devem obedecer às prescrições urbanísticas que valorizem a preservação do estilo arquitetônico, incluindo a sua adequação aos estudos bioclimáticos, no sentido de serem sustentáveis quanto ao uso racional dos recursos ambientais. Essa fração deve proporcionar à comunidade universitária o uso dos equipamentos urbanos e rurais como recurso de gestão administrativa, de ensino, pesquisa e extensão, por meio do uso de sua infraestrutura, com foco na restauração, preservação e conservação das edificações históricas, garantindo a preservação da sua filiação estilística, como também a conservação e restauração das áreas verdes.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.220-3: **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2024.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Normais Climatológica do Brasil 1991-2020**, Edição Digital, Brasília-DF, 2022.

Katzchner, Lutz. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais**. Salvador: FAUFBA; ANTAC; 1997, p.49-58.