

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**

JÚLIA LIMA ADÁRIO

**A DIMENSÃO VERDE DO CAMPUS DARCY RIBEIRO
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**BRASÍLIA
2021**

JÚLIA LIMA ADÁRIO

**A DIMENSÃO VERDE DO CAMPUS DARCY RIBEIRO
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Dissertação apresentada como requisito à
obtenção do título de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo pelo Programa de Pós-graduação da
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de Brasília.**

Orientador: Dr. Caio Frederico e Silva

**BRASÍLIA
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AA221d Adário, Júlia Lima
A DIMENSÃO VERDE DO CAMPUS DARCY RIBEIRO DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA / Júlia Lima Adário; orientador
Caio Frederico e Silva. -- Brasília, 2021.
131 p.

Tese (Doutorado - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -
Universidade de Brasília, 2021.

1. Campus Universitário. 2. Áreas Verdes. 3. Índice de
Vegetação da Diferença Normalizada. 4. Sensoriamento Remoto.
5. Green Metrics World University Ranking I. I. Silva, Caio
Frederico e, orient. II. Título.

JÚLIA LIMA ADÁRIO

**A DIMENSÃO VERDE DO CAMPUS DARCY RIBEIRO
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

Aprovado em (dia) (mês) (ano)

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Caio Frederico e Silva
(1º Membro - Presidente)

Universidade de Brasília

Professora: Dra. Gabriela de Souza Tenório
(2º Membro)

Universidade de Brasília

Arquiteta: Dra. Elaine Saraiva Calderari
(3º Membro)

Universidade de Brasília

Professor: Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro
(4º Membro - Suplente)

Universidade de Brasília

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Eliana Aparecida e José Eugênio da Silva Adário e irmãos, Mariana e Caio obrigada pelo apoio incondicional. *“Enquanto houver vocês do outro lado, aqui do outro eu consigo me orientar.” (O Teatro Mágico)*

À minha família, em especial, à minha avó, querida Cleuma e, em memória, do meu avô João Baptista, que durante o meu mestrado virou estrela. Meu avô sempre foi um grande incentivador e exemplo como pesquisador e professor. Agradeço à minha madrinha Cleuza por tanto amor e cuidado desde pequena e às tias Sandra Maria, Solange Tereza e Giovanna Brígida, que são como minhas mães de coração e sempre me acolheram com palavras de incentivo e afeto. Dedico também ao meu querido cunhado, Eduardo Cunha.

Agradeço especialmente, ao meu orientador, Caio Silva, pelas excelentes orientações e por ter me incentivado a não parar no meio do caminho. À professora Aline Calazans pelo conhecimento compartilhado desde à graduação até aqui. À professora Gabriela Tenório por ter sido uma referência desde o momento do embarque, que me apresentou um novo olhar sobre alguns espaços públicos da cidade de Brasília com discussões e visitas guiadas da disciplina ofertada pelo programa e, à Elaine Saraiva pela disponibilidade em compor a banca avaliadora. Suas contribuições foram fundamentais ao desenvolvimento desta dissertação.

Às minhas amigas que são inspirações e também fontes de apoio e trocas, Vanessa Arquete, Marina Frizoni, Marcela Masala, Giselle Fróes, Pauliane Durso, Juliana Neves e Caroline Rinco. À família Monteiro, em especial ao Daniel, Simone, Wilson, Gisela e Camila, queridos em meu coração.

Às duas famílias que tenho no coração em Brasília que me acolheram desde a primeira mudança em 2018, em especial à Regina Miranda, Luísa Miranda, Regina Bellino, Gustavo Mechica e Gabriel Cavalcante.

Aos amigos que se tornaram uma grande família, uma rede de apoio, diversa, colorida e terna em Brasília, Bruno Cunha, Carolina Castro, Davi Brito e Marco Machado e, em especial à minha amiga do coração Mayara Nekrasius - os estudos na BCE nunca mais foram os mesmos.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação e do grupo de pesquisa SiCAC: Adriano Lopes, Nathália Faria, João Lopes, Vinicius Rezende, Roberta Carolina, Thiago Góes, Rejane Viegas, Bárbara Gomes e Daniela Werneck.

Aos meus colegas do Reabilita 8 que se tornaram amigos, os quais compartilho afinidades e boas discussões sobre nossa profissão: Larissa Galvão, Thaís Schettini, Anderson Mourão, Mara Rocha, Maria Helena, Gabriela Asuaga, Marcos Gouvêa, Santiago Mena e Roger Landivar.

Muito obrigada aos mestres que tive o prazer de assistir às aulas durante o programa de pós-graduação: À professora Liza de Andrade, a qual sua tese inspirou meu projeto de pesquisa para o processo seletivo do mestrado; ao Professor Gustavo Luna pelas contribuições nas aulas de seminário e também nos simpósios do grupo de pesquisa; ao professor Rômulo Ribeiro em um primeiro contato com o universo do sensoriamento remoto e, com muito carinho, à professora Marta Romero, uma honra ter tido a oportunidade de assistir suas aulas. Não poderia deixar de agradecer também ao Valmor Pazos e Francisco Júnior pela solicitude sempre que tive qualquer dúvida sobre algum procedimento burocrático.

Por último, não posso deixar de agradecer a Universidade de Brasília, por todo o recurso que tive à disposição para realização desta pesquisa e, principalmente pela experiência vivida. A oportunidade de conhecer o campus Darcy Ribeiro como estudante da pós-graduação, mulher, curiosa, pesquisadora, urbanista e arquiteta, elevou a experiência de vivenciá-lo na máxima potência.

*“Coragem! Mais vale errar, se
arrebentando, do que poupar-se para
nada”*

Darcy Ribeiro

RESUMO

A pesquisa acerca das áreas verdes é inerente à busca por cidades e comunidades mais inclusivas, sustentáveis e resilientes, o que está alinhado ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 11. Especialmente em campi universitários, essas áreas verdes contribuem significativamente para o aumento da qualidade de vida dos seus usuários em diversos aspectos como no conforto ambiental, nas funções ecológicas e na composição da paisagem urbana. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar as áreas verdes do campus universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília para verificar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). O método do trabalho foi feito a partir do uso de ferramentas de sensoriamento remoto e conta com três ciclos básicos: 1) construção de um panorama das teses e dissertações sobre “campus universitário”; 2) definição da interseção da pesquisa com o questionário do Green Metrics; 3) mapeamento LST, NDVI e de vegetação arbórea do campus Darcy Ribeiro. Destacam-se como os principais resultados: A) a carência quanto às pesquisas nos programas de pós-graduação que abordam as áreas verdes dos campi universitários e B) as áreas com maiores formações vegetais são responsáveis pelas diferenças das temperaturas superficiais encontradas, o que significa que, as áreas verdes contribuem diretamente para o microclima local, sendo estas inversamente proporcionais aos índices de vegetação fotossinteticamente ativas (NDVI). Neste sentido, a pesquisa contribui com recomendações ambientais e paisagísticas do campus Darcy Ribeiro considerando as propostas do planejamento de 1971 que não foram totalmente implementadas, o Plano de Logística Sustentável (2018) e por último, a análise da atual situação das áreas verdes do campus. Com a criação dos cenários verdes e recomendações específicas para cada um, é possível apontar caminhos para um espaço universitário mais sustentável e resiliente.

Palavra-chave: Campus Universitário; Áreas Verdes; Índice de Vegetação da Diferença Normalizada; Sensoriamento Remoto; Green Metrics World University Ranking I.

ABSTRACT

Research on green areas is inherent to the search for more inclusive, sustainable and resilient cities and communities, which is in line with Sustainable Development Goal (SDG) number 11. Especially on university campuses, these green areas contribute significantly to the increase in quality of life for its users in various aspects such as environmental comfort, ecological functions and the composition of the urban landscape. In this sense, this work aims to evaluate the green areas of the university campus Darcy Ribeiro of the University of Brasília to verify the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The method of work was carried out using remote sensing tools and has three basic cycles: 1) construction of an overview of theses and dissertations on “university campuses”; 2) definition of the intersection of the survey with the Green Metrics questionnaire; 3) LST, NDVI and arboreal vegetation mapping of the Darcy Ribeiro campus. The main results stand out: A) the lack of research in graduate programs that address the green areas of university campuses and B) the areas with greater plant formations are responsible for the differences in surface temperatures found, which means that green areas directly contribute to the local microclimate, which are inversely proportional to the photosynthetically active vegetation indices (NDVI). In this sense, the research contributes with environmental and landscape recommendations for the Darcy Ribeiro campus considering the 1971 planning proposals that were not fully implemented, the Sustainable Logistics Plan (2018) and finally, the analysis of the current situation of the campus' green areas. With the creation of green scenarios and specific recommendations for each one, it is possible to point out paths for a more sustainable and resilient university space.

Key-words: University Campus; Green areas; Normalized Difference Vegetation Index; 4. Remote Sensing; 5. Green Metrics World University Classification I

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa mental das atividades em campi universitários	36
Figura 2 - Organograma da Sustentabilidade no Campus Universitário	37
Figura 3 - Esquema conceitual sobre o Green Metrics	40
Figura 4 - Critérios adotados pelo ranking – Green Metrics.	42
Figura 5 - Gráfico do percentual de cada critério no ranking Green Metrics World University Ranking.	44
Figura 6 - Green Metrics World University Ranking – 2019.	45
Figura 7 - O critério em que cada universidade se destacou no Green Metrics World University Ranking – 2019.	45
Figura 8 - Participação Nacional no Green Metrics World University Ranking	46
Figura 9 - Fluxograma do método deste trabalho.....	50
Figura 10 - Mapa do Distrito Federal.....	51
Figura 11 - Contextualização do território do campus Darcy Ribeiro no Plano Piloto.	51
Figura 12 - Adaptado do Plano Piloto de Brasília desenhado em 1958 por Lúcio Costa, com destaque para a localização da Cidade Universitária.....	52
Figura 13 - Análise do Campus Darcy Ribeiro adaptado da tese de doutorado (CALDERARI,2017)	53
Figura 14 - Plano de Urbanização da Universidade de Brasília projetada por Lúcio Costa.....	55
Figura 15 - Localização de Áreas da Universidade de Brasília no Distrito Federal ...	56
Figura 16 - Área do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975 ...	56
Figura 17 - Plano Urbanístico do campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975 – Situação do campus no Plano Piloto	57
Figura 18 - Plano Original do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975	58
Figura 19 - Plano de 1962/1964 do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília	59
Figura 20 - Plano de 1971 do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília ..	60
Figura 21 - Zoneamento da Configuração final do Campus.....	61
Figura 22 - Desenho do percurso entre ICC Norte e Biblioteca Central.....	64

Figura 23 - Desenho que ilustra os eixos apontados para as diretrizes paisagísticas – 1987	67
Figura 39 - Mapa de NDVI (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro	69
Figura 40 - Mapa de Temperatura da Superfície do Solo (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro.....	69
Figura 43 - Área de Estudo do Campus Darcy Ribeiro	69
Figura 44 - Área Construída do Campus Darcy Ribeiro	69
Figura 45 - Área de Cobertura Arbórea do Campus Darcy Ribeiro	69
Figura 44 - Área de Solo Exposto do Campus Darcy Ribeiro	69
Figura 46 - Mapa da temperatura da superfície em escala de cores verdes.....	69
Figura 47 - Mapa de NDVI em escala de cores verdes.....	69
Figura 48 - Mapa de solo exposto em escala de cores verdes	70
Figura 49 - Mapa de temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	70
Figura 50 - Mapa de NDVI + solo exposto em escala de cores verdes.....	70
Figura 51 - Mapa de NDVI + temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes.....	70
Figura 52 - Mapa de Cenários Verdes e Recomendações paisagísticas	70
Figura 53 - Mapa de Cenários Verdes e Recortes do Google Maps antes das Intervenções propostas	70
Figura 54 - Mapa Trilhas do Campus Darcy Ribeiro	70
Figura 56 - Mapa do Cenário Verde 01 e recomendações.....	70
Figura 57 - Mapa do Cenário Verde 02 e recomendação	70
Figura 58 - Mapa do Cenário Verde 03 e recomendações.....	71
Figura 59 - Mapa do Cenário Verde 04 e recomendações.....	71
Figura 60 - Mapa do Cenário Verde 05 e recomendações.....	71
Figura 24 - Setorização do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN (2000).....	72
Figura 25 - Área verde gramada com árvores mais espaçadas.....	74
Figura 26 - Área verde no entorno do estacionamento da Biblioteca Central Estudantil	74
Figura 27 - Área verde gramada e Ipê-Rosa, árvore nativa do Cerrado	74
Figura 28 - Vegetação pendente no ICC Norte	74
Figura 29 - Áreas Verdes gramadas e jardins com arbustos no ICC Norte.....	75

Figura 30 - Áreas Verdes nos átrios das edificações, á exemplo do edifício da Reitora	75
Figura 31 - Áreas pavimentadas com golgas para árvores	75
Figura 32 - Caminhos sombreados pelas copas das árvores na entrada principal do ICC Norte	75
Figura 33 - Jardins e canteiros do ICC Norte próximo à Faculdade de Arquitetura ..	76
Figura 34 - Caminhos gramados entre o ICC Norte e a Biblioteca Central Estudantil	76
Figura 35 - Esquema da etapa de levantamento dos dados na BDTD até a produção do mapa das palavras-chave no software VOSviewer.	79
Figura 36 - Número de pesquisas distribuídas por repositórios.	81
Figura 37 - Descrição dos critérios de Definições e Infraestrutura do Green Metrics	82
Figura 38 - Definições e Infraestrutura aplicada à essa pesquisa.	83
Figura 39 - Mapa de NDVI (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro	85
Figura 40 - Mapa de Temperatura da Superfície do Solo (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro.....	88
Figura 41 - Mapa output software Vosviewerr da Busca 01 no banco de dados da Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações.....	90
Figura 42 - Levantamento e análise dos títulos e resumos das produções com base nos critérios do Green Metrics.....	92
Figura 43 - Área de Estudo do Campus Darcy Ribeiro	96
Figura 44 - Área Construída do Campus Darcy Ribeiro	97
Figura 45 - Área de Cobertura Arbórea do Campus Darcy Ribeiro	98
Figura 44 - Área de Solo Exposto do Campus Darcy Ribeiro	99
Figura 45 - Critério de Definições e Infraestrutura – Ranking de 2019 com a participação da Universidade de Brasília com o Campus Darcy Ribeiro.....	102
Figura 46 - Mapa da temperatura da superfície em escala de cores verdes.....	105
Figura 47 - Mapa de NDVI em escala de cores verdes.....	107
Figura 48 - Mapa de solo exposto em escala de cores verdes	108
Figura 49 - Mapa de temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	109
Figura 50 - Mapa de NDVI + solo exposto em escala de cores verdes.....	110
Figura 51 - Mapa de NDVI + temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes.....	110

Figura 52 - Mapa de Cenários Verdes e Recomendações paisagísticas	113
Figura 53 - Mapa de Cenários Verdes e Recortes do Google Maps antes das Intervenções propostas	114
Figura 54 - Mapa Trilhas do Campus Darcy Ribeiro	115
Figura 55 - Mapa Trilhas + Mapa de Edificações + Contorno dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro	116
Figura 56 - Mapa do Cenário Verde 01 e recomendações.....	117
Figura 57 - Mapa do Cenário Verde 02 e recomendações.....	118
Figura 58 - Mapa do Cenário Verde 03 e recomendações.....	119
Figura 59 - Mapa do Cenário Verde 04 e recomendações.....	120
Figura 60 - Mapa do Cenário Verde 05 e recomendações.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Documentação do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN	54
Tabela 2: Níveis de problematização – Resumo do diagnóstico à respeito do campus Darcy Ribeiro em 1987.....	63
Tabela 3: Propostas no nível da reintrodução de uma estrutura físico-espacial para o Campus Darcy Ribeiro – 1987	65
Tabela 4: Diretrizes paisagísticas para o Campus Darcy Ribeiro – 1987.....	66
Tabela 5: Diretrizes complementares finais para o Campus Darcy Ribeiro – 1987..	67
Tabela 6: Relação dos mapas utilizados para criação dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro.....	69
Tabela 7: Iniciativas para melhorar a gestão das áreas verdes dos campi no período de 2018 a 2021	76
Tabela 8: Bancos de dados onde foram realizadas as buscas pelas palavras-chave “Campus Universitário” e “Campus Verde”.	78
Tabela 9 - Pesquisas desenvolvidas sobre os edifícios do Campus Universitário Darcy Ribeiro	94
Tabela 10 - Recomendações para os Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro	104
Tabela 11 - A presença de vegetação segundo os valores de NDVI (FREITAS, 2015)	106

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Estudos que abordam a definição e conceitos de "áreas verdes"	29
Quadro 2: Dados quantitativos do campus Darcy Ribeiro referente à parte de Definições e Infraestrutura	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de Universidades participantes do Green Metric World University Rankings.	41
Gráfico 2: Quantidade de documentos por Instituição na Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações relacionado ao Green Metrics World University Ranking.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Arquivo Central da Universidade de Brasília
ArPDF	Arquivo Público do Distrito Federal
BCE	Biblioteca Central
CEPLAN	Centro de Planejamento Oscar Niemeyer
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFLA	Universidade Federal de Lavras
PUC-RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PUC-CAMPINAS	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
IFET-MG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais
UNI-RN	Centro Universitário do Rio Grande do Norte
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
UEM	Universidade Estadual de Maringá
PUC-PR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFABC	Universidade Federal do ABC
UP	Universidade Positivo
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas
UFF	Universidade Federal Fluminense
UNICAMP	Universidade de Campinas

UFMG	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFC	Universidade Federal do Ceará
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
ITE	Instituição Toledo de Ensino

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivos específicos	25
3. ESTRUTURA DO TRABALHO	26
4. REVISÃO DE LITERATURA: A DIMENSÃO VERDE EM CAMPUS UNIVERSITÁRIOS	28
4.1 Áreas verdes do campus universitário	28
4.2 O papel das universidades frente ao desenvolvimento sustentável	35
4.3 Green Metrics: Ranking Mundial de Universidades.....	39
5. MATERIAIS E MÉTODO	48
5.1 Método	48
5.1.1 Objeto de Estudo	50
5.1.2 - Análise Documental.....	54
5.2 MATERIAIS	77
5.2.1 - Sensoriamento Remoto.....	77
5.3 PROCEDIMENTOS.....	77
5.3.1 - 1º Ciclo: Construção de um panorama das Teses e Dissertações sobre “Campus Universitário”.....	77
5.3.1.1 - Seleção da palavra-chave “Campus Universitário” e do banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.....	78
5.3.1.2 - Tabulação entre as Universidades em destaque na BDTD com mais pesquisa na área e a participação no ranking Green Metrics	80
5.3.2 – 2º Ciclo: Definição da interseção da pesquisa com o questionário do Green Metrics.....	82
5.3.3 - 3º Ciclo: Mapeamento LST, NDVI e de Vegetação Arbórea do Campus Darcy Ribeiro	83

6 - AS ÁREAS VERDES DO CAMPUS DARCY RIBEIRO.....	89
6.1 - Pesquisas científicas desenvolvidas sobre “campus sustentável”	89
6.2 - Green Metrics aplicado ao Campus Darcy Ribeiro	95
6.3 - Os Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro	103
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
REFERÊNCIAS.....	124
APÊNDICE.....	127
Apêndice A - XV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Simulação Computacional do Microclima Urbano da Praça da Estação na cidade De Juiz De Fora – MG.....	128
Apêndice B - VI ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - A sustentabilidade ambiental de <i>campi</i> universitários no brasil: Uma revisão sistemática	129

1. INTRODUÇÃO

As universidades, em colaboração com a comunidade acadêmica composta por estudantes, funcionários técnico-administrativos, professores e demais colaboradores, desempenham papel de suma importância na implementação efetiva dos compromissos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ da Organização das Nações Unidas (ONU). A exemplo disso, a Agenda 2030² e os ODS apresentam em suas pautas-chave algumas questões fundamentais para promover a qualidade de vida das comunidades humanas ao redor do planeta, entre elas, a temática da sustentabilidade ambiental. Para alcançar os objetivos traçados, faz-se necessário destacar a importância de uma ação conjunta que agregue diferentes níveis de governo, organizações, empresas, bem como a sociedade como um todo, seja nos âmbitos internacional e nacional, quanto local.

Nesse contexto, pesquisas relacionadas aos *campi* universitários vêm ganhando cada vez mais espaço pois, segundo Kraemer (2004), a universidade é o lugar privilegiado para uma educação dirigida às exigências de nossos tempos, atribuindo a ela a responsabilidade de educar para o desenvolvimento sustentável. Para Alberto (2008), esse interesse se justifica na medida em que precisamos refletir sobre a cidade-problema e, é por meio dos *campi* universitários enquanto propostas espaciais que podemos compreender suas influências sobre o projeto e, especialmente, sobre o ensino e as pessoas.

Organizadas por meio de redes e alianças e com o objetivo de compartilhar suas experiências, diversas comunidades universitárias concentram seus esforços na busca de um campus mais responsável e socialmente justo e sustentável. Conforme Pantaleão (2017), as redes e alianças mais citadas em estudos científicos e nas plataformas relacionadas à sustentabilidade no ensino superior estão localizadas na Europa e EUA. Além do mais, a autora afirma que, para caracterizar-se como “Laboratório Vivo para a sustentabilidade”, é necessário a vivência e a

¹ Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo universal da Organização das Nações Unidas à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e assegurar que todas as pessoas tenham paz e prosperidade.

² A Agenda 2030 é um plano de ação global que reúne 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas, criados para erradicar a pobreza e promover vida digna a todos, dentro das condições que o nosso planeta oferece e sem comprometer a qualidade de vida das próximas gerações.

experimentação prática, além da comunicação e da cooperação entre a comunidade acadêmica e local.

Ainda a respeito da importância do diálogo entre as instituições de ensino e a sociedade rumo às práticas mais sustentáveis, mais de 600 universidades em todo o mundo se empenham em estudos e implementação de sistemas sustentáveis, assinando acordos e convenções internacionais, como a Carta de Bolonha³, a Declaração de Halifaz⁴, a Declaração de Talloires⁵ e a Carta de Copernicus⁶ para o Desenvolvimento Sustentável (DISTERHEFT et al., 2015). Considerando a relevância desses documentos para o desenvolvimento sustentável, compreendemos que cabe à instituição não só discutir a respeito do desenvolvimento sustentável, mas também propor soluções racionais, dando assim o seu exemplo à sociedade na busca pela educação para o desenvolvimento sustentável.

Neves (2011) também reforça a importância da integração universidade-cidade quanto à sua implantação física, sendo essa benéfica a uma maior interação entre as áreas do conhecimento, a comunidade universitária e a população. Somado a isso, o Plano de Logística Sustentável da Universidade de Brasília (PLS da UnB) compreende que:

“A Universidade reconhece seu papel fundamental para promoção de mudanças mais sustentáveis, realizando ações ligadas à sua base de ensino, pesquisa e extensão e, também, implementando práticas sustentáveis em seu dia a dia. Para tanto, conta com a participação e entusiasmo de toda a comunidade universitária para a construção de uma Universidade mais sustentável” (PLS-UnB, 2018 p. 54).

³ A Carta de Bolonha (1999) é um documento conjunto assinado pelos Ministros da Educação de 29 países europeus, reunidos na cidade italiana de Bolonha. A declaração marca uma mudança em relação às políticas ligadas ao ensino superior dos países envolvidos e estabeleceu em comum um Espaço Europeu de Ensino Superior a partir do comprometimento dos países signatários em promover reformas dos seus sistemas de ensino. A declaração reconhece a importância da educação para o desenvolvimento sustentável de sociedades tolerantes e democráticas.

⁴ A Declaração de Halifax (1991) – Declaração assinada em dezembro de 1991, na conferência sobre Ações da Universidade para o Desenvolvimento Sustentável que decorreu em Halifax, Canadá.

⁵ A Declaração de Talloires é uma declaração para sustentabilidade, criado para e por presidentes de instituições de ensino superior. Este documento é uma declaração de que as instituições de ensino superior serão líderes mundiais no desenvolvimento, criação, apoio e manutenção da sustentabilidade.

⁶ A Carta Universitária para o Desenvolvimento Sustentável do Programa Copernicus, foi um programa interuniversitário de ajuda ao meio ambiente, decidido pela Associação das Universidades Europeias, assinada em Genebra, em 1994.

Ainda referente ao PLS da UnB (2018), três pontos principais de responsabilidade da Comissão Gestora são nele definidos, como: I) Criar um Sistema de Gestão Ambiental periódica da implantação do PLS; II) Sugerir alterações de procedimentos para que as metas sejam atendidas durante o período de implementação do PLS e, III) Mapear as iniciativas no âmbito do ensino, pesquisa e extensão que poderão contribuir para fomentar o cumprimento das metas de cada um dos dez eixos temáticos: material de consumo (1), compras e contratações (2), energia elétrica (3), água e esgoto (4), gerenciamento de resíduos (5), gerenciamento de resíduos sólidos (6), gerenciamento de resíduos perigosos (7), transportes (8), áreas verdes (9) e educação ambiental (10). Tendo em vista esses eixos temáticos, esta pesquisa considera os objetivos e iniciativas colocados no documento do PLS de 2018 ao que se diz respeito as áreas verdes.

Paralelamente, as pesquisas relacionadas ao clima urbano têm se intensificado nos últimos anos devido à crescente urbanização imposta pelo atual sistema de desenvolvimento das cidades. Segundo pesquisadores da área, as condições climáticas urbanas são resultantes da substituição da paisagem natural pelo ambiente construído, o que proporciona à escala da cidade uma forte alteração ao que se refere ao balanço de energia (BARBOSA; ROSSI; DRACH, 2014; KRÜGER, 2008).

Em Brasília, as áreas verdes urbanas encontram-se, em sua grande maioria, nos parques urbanos da região e, por ser uma cidade concebida a partir de preceitos modernistas, baseia-se na concepção de “cidade-parque”, com grandes áreas verdes.

Romero (2001) aborda que nas regiões de clima quente-seco, como é o caso de Brasília, as variáveis climáticas precisam ser controladas pela insolação elevada, diferenças acentuadas de temperatura entre o dia e a noite, umidade relativa do ar baixa, ventos carregados de pó e areia. Dessa forma, as áreas verdes se fazem como uma grande estratégia e aliada, como a autora aponta a seguir:

“A vegetação deve ser estudada não só em relação ao espaço urbano como um todo, mas devem ser analisados seus efeitos sobre a circulação do vento no interior dos edifícios. Em geral, a vegetação deve proporcionar sombra quando esta é necessária, sem no entanto interferir com as brisas e, essencialmente, auxiliar na diminuição da temperatura, a partir do consumo do calor latente por evaporação.” (ROMERO, 2001, p. 55)

Neste sentido, a pesquisa tem como eixo estruturador o *Green Metrics World University Ranking* desenvolvido pela Universidade da Indonésia, uma vez que o

primeiro possui o levantamento prévio necessário para o cumprimento de alguns pontos dos objetivos do Plano de Logística Sustentável da UnB sobre a temática áreas verdes. Por exemplo, é necessário definir as áreas de proporção do espaço aberto para o espaço total (DI1), a área total no campus que possui cobertura por vegetação de floresta (DI2), a área total no campus que possui cobertura vegetal (DI3) entre outros critérios pontuados nesta categoria de “Definições e Infraestrutura”. Dessa forma, cumpri-se alguns objetivos, junto com dados complementares levantados por esta pesquisa, como: i) Implantar sistema de informações georreferenciadas de áreas verdes dos campi, sempre que possível, com identificação dos indivíduos arbóreos; ii) Elaborar os Planos de Arborização e Planos Paisagísticos dos campi; iii) Implantar normas e procedimentos para gestão de podas, erradicação e plantio de árvores; iv) Implementar e monitorar os processos de regularização ambiental da UnB; v) Incentivar a recuperação, restauração, reabilitação e remediação de áreas verdes nos campi; a seguir será demonstrado o quadro completo dos objetivos do PLS (2018) que são dez no total.

Composto por indicadores elencados, o *Green Metrics World University Ranking* desenvolveu um método para análise da situação das universidades, o qual possui uma grande aceitação pela comunidade universitária mundial, uma vez que mais de 300 universidades estão no ranqueamento proposto por ele. Os critérios estabelecidos são baseados em uma filosofia que abrange o ambiente, a economia e a equidade. Nesse ranqueamento, considerou-se algo totalmente voltado ao ambiente universitário, com questões consideradas relevantes em universidades que se preocupam com a sustentabilidade, como: o tamanho do *campus* universitário, o perfil de zoneamento, a localização, o consumo de energia elétrica e o grau de espaço verde, sendo esse último onde a presente pesquisa se insere. As categorias são: 1) Configuração e infraestrutura; 2) Energia e Mudança Climática; 3) Tratamento e reciclagem de resíduos – Lixo; 4) O uso da água; 5) O sistema de transporte e, 6) A Educação e a pesquisa. Essas são subdivididas em uma série de mini critérios que vão agregando valor em cada universidade que, ao final de toda análise, recebe uma pontuação, que pode ser comparada com as outras universidades registradas. Assim, os órgãos responsáveis podem visualizar o grau da efetivação da política ambiental da universidade, se é preciso alterar algo, se estão tomando as decisões corretas, onde investir recursos, entre outros aspectos. Tudo isso pode ser aferido com a utilização dessa metodologia (UI GREEN METRIC, 2021).

Outra grande contribuição para a área de sustentabilidade no espaço universitário foi a primeira edição da Revista Paranoá⁷, a qual contemplou um estudo sobre o *Campus* Darcy Ribeiro da Unidade de Brasília, no que se refere a sustentabilidade no seu espaço universitário, intitulado de “Padrões de referência da sustentabilidade de espaços do *campus* universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília”. Da mesma forma, outros trabalhos de cunho investigativo foram desenvolvidos por pesquisadores e professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, onde trataram sobre as condições termo-ambientais, como por exemplo, o trabalho “Sofrer parar aprender: Desconforto ambiental nas salas de aula” (ROMERO, M. A. B. . *et al.*, 2003). O trabalho citado, realizado com a colaboração dos alunos da graduação, partiu da análise inicial do clima de Brasília, entre outras variáveis, como: implantação; orientação; forma; proporção, aberturas e fechamentos; materiais e componentes constituintes, com o objetivo de investigar quais aspectos comprometem seu desempenho térmico, bem como se estes aspectos são recorrentes no *campus*.

Aliado na regulação dos ciclos naturais no meio urbano, Kulka (2014) ressalta o auxílio das áreas verdes para a resolução de problemas como o conforto térmico, a qualidade do ar, entre outros, além de permitir também que a população faça um bom uso dos espaços públicos. Dessa forma, o autor expõe a importância da legislação urbanística, sendo a principal justificativa em sua dissertação de mestrado:

“A ausência de dispositivos legais na legislação urbanística que levem em consideração aspectos relativos às condições de conforto térmico dos espaços públicos dá continuidade a um processo de deterioração das condições ambientais das áreas urbanas. Também não há uma aferição dos resultados advindos da aplicação destes dispositivos que pudessem servir de referência, independentemente de se incorporar ou não critérios climatológicos no estabelecimento” (KULKA, 2014, p. 16).

No que se refere a utilização do termo “áreas verdes”, cumpre-nos destacar que, embora ele seja usado como sinônimo de “espaços/áreas livres”, “arborização urbana” e “verde urbano”, para designar a vegetação intraurbana, não se tratam de sinônimos e não se referem aos mesmos elementos (RUBIRA, 2016).

⁷ A Paranoá é um periódico científico mantido pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília que publica trabalhos de pesquisa originais dentro de um escopo multidisciplinar das diferentes áreas acadêmicas da Arquitetura e Urbanismo, incluindo: Projeto e Planejamento; Teoria, História e Crítica; Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade.

Mediante o exposto, compreendemos que, para que seja elaborado um estudo das áreas verdes do *Campus Darcy Ribeiro* da Universidade de Brasília, devemos compreender o histórico de sua expansão física, bem como a gestão atual do planejamento de logística sustentável. Dessa maneira, buscamos compreender como o *campus* se comporta em termos de qualidade ambiental a partir de sua dimensão verde, além de identificar quais medidas poderão ser implementadas para a sua melhoria.

Sendo assim, nossa pesquisa se justifica por três razões. A primeira delas concentra-se na lacuna temática de pesquisas na área de Arquitetura e Urbanismo que tenham como objetivo a análise das áreas verdes no *Campus* em questão. A segunda razão diz respeito à importância do *Campus* na história da cidade: o *Campus Darcy Ribeiro* é uma releitura espacial do Plano Piloto, além do mais, possui grande extensão de áreas verdes. A terceira razão dialoga com as minhas inquietações pessoais enquanto aluna de pós-graduação da Universidade de Brasília. Com um olhar sempre atento, pude perceber ao longo do tempo os usos e os possíveis usos que o *Campus* (poderia) possui(r).

O principal objetivo desse trabalho é realizar uma análise espacial das áreas verdes urbanas como indicador para a construção do Zoneamento Verde do Campus, levando em conta os critérios do *Green Metrics*; o planejamento do CEPLAN e o Plano de Logística Sustentável; e por fim, os Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Temperatura Superficial (LST). Para tal, foi realizado o mapeamento dessas áreas com o aporte das geotecnologias, que propiciaram maior agilidade e precisão para o tratamento da informação espacial relacionada às áreas verdes do *Campus Darcy Ribeiro* e suas especificidades.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Essa dissertação tem como objetivo geral avaliar as áreas verdes do campus universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília para verificar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) a partir do uso de ferramentas de sensoriamento remoto.

2.2 Objetivos específicos

- i. Analisar as produções científicas desenvolvidas nos programas de Pós-Graduação no cenário nacional tangente aos parâmetros do *Green Metrics University Ranking*.
- ii. Avaliar as áreas verdes do *campus* Darcy Ribeiro pela metodologia do *Green Metrics University Ranking*.

3. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura dessa dissertação de mestrado organiza-se em: *Introdução*, seguida de três capítulos – *Revisão de literatura*, *Materiais e Método*, *A contribuição das Áreas Verdes do Campus Darcy Ribeiro* e a *Conclusão*, descritos brevemente na sequência:

Na *Introdução* descrevemos de forma sucinta o tema da pesquisa, contextualizando as questões a serem exploradas, como: a colaboração das universidades frente ao desenvolvimento sustentável; os critérios utilizados pelo *Green Metrics* como um dos rankings mais confiáveis de universidades sustentáveis do mundo; as áreas verdes como contribuição para a melhoria da qualidade ambiental das áreas urbanas; as especificidades do planejamento urbano e gestão ambiental do *Campus Darcy Ribeiro* e, a implementação de ferramentas do Sensoriamento Remoto para levantamento de dados espaciais. Por fim, mediante o diálogo com os temas da pesquisa, apresentamos os objetivos almejados.

No primeiro capítulo, *Revisão de literatura: a dimensão verde do campus universitário*, apresentamos a revisão de literatura relacionada com temas específicos da pesquisa, por meio de uma compilação dos principais aportes teóricos, conceitos e definições, os quais nos auxiliaram, posteriormente, na definição da metodologia para construção do zoneamento verde do *Campus Darcy Ribeiro*.

No segundo capítulo, *Método*, descrevemos a metodologia utilizada, o contexto no qual a nossa pesquisa se insere, sua natureza metodológica, bem como as ferramentas que foram utilizadas para a coleta e análise dos dados. Também nesse capítulo, descrevemos todas as coletas de dados e, também, as considerações relacionadas à revisão de literatura.

No terceiro capítulo, *A contribuição das Áreas Verdes do Campus Darcy Ribeiro*, apresentamos os resultados obtidos nos três levantamentos de dados principais e, por fim, a análise dos mesmos apontando a contribuição para estabelecer o Zoneamento Verde do *Campus Universitário Darcy Ribeiro*.

Por fim, a *Conclusão*, onde apontamos as contribuições desse trabalho no âmbito das pesquisas desenvolvidas sobre os seguintes temas: a) ranqueamento de Universidades Sustentáveis, b) mapeamento e levantamento quantitativo de Áreas Verdes utilizando ferramentas de Sensoriamento Remoto e, c) zoneamento das Áreas

Verdes dos *campi* com relação à sua “Dimensão Verde” – sobreposição de camadas (mapas) como NDVI, LST, Área de Vegetação e Solo exposto. Por fim, apresentamos a contribuição para pesquisas futuras sobre a gestão do *Campus Darcy Ribeiro* da Universidade de Brasília ao que diz respeito a qualidade ambiental.

4. REVISÃO DE LITERATURA: A DIMENSÃO VERDE EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS

Neste capítulo são abordados dois tópicos principais, o primeiro é “A dimensão verde da qualidade ambiental” com o subtópico “*O papel das universidades frente ao desenvolvimento sustentável*” e, o segundo tópico “*Green Metrics: Ranking Mundial de Universidades*”, com o subtópico “*Áreas verdes dos campi universitários*”.

4.1 Áreas verdes do campus universitário

Neste primeiro tópico do capítulo, *Áreas verdes em campi universitários*, trazemos a definição de “dimensão verde” e de “qualidade ambiental”, contextualizando a pesquisa no momento atual, considerando o agravamento das mudanças climáticas e seus efeitos repercutidos na qualidade de vida da população. Mais adiante no subtópico deste tópico, *O papel das universidades frente ao desenvolvimento ambiental*, apresentamos uma abordagem mais específica voltada para o desenvolvimento ambiental dos *campi* universitários, bem como a responsabilidade das universidades frente ao cumprimento dos ODS, servindo de laboratório vivo da cidade.

Diante do aumento em escala dos problemas ambientais, as assembleias gerais da Organização das Nações Unidas (ONU) marcam o início de uma agenda de debates sobre meio ambiente, notadamente na década de 70. Igualmente relevante, destacamos o conjunto de metas globais estabelecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Dentre os dezessete objetivos, salientamos o número onze, o qual pauta sobre *idades e comunidades sustentáveis*. Porém, as discussões acerca da temática do desenvolvimento sustentável no Brasil foram impulsionadas somente na década de 1990, a partir da evolução da discussão e preocupação com a preservação do meio ambiente e com as condições sociais e econômicas da sociedade (SOUZA, M. T. S. DE; RIBEIRO, 2013).

Ainda acerca dessa agenda de debates, trazemos a pesquisa desenvolvida pelos autores Souza e Ribeiro (2013), por meio da qual foi analisado o perfil das pesquisas e a evolução do tema sustentabilidade ambiental nos artigos publicados entre 1992 e 2011. Essa análise bibliométrica nos permitiu analisar as produções

científicas sobre o tema, assim como nos nortear ao longo dessa pesquisa. Ainda de acordo com os autores, há alguns indícios que favorecem a qualidade e a consolidação da pesquisa em sustentabilidade ambiental no Brasil, como a tendência de crescimento do número de artigos, a pluralidade de subtemas que surgiu nos últimos anos e o crescimento de estudos feitos em grupo ao invés de iniciativas individuais. Ademais, o crescimento de estudos quantitativos que, a partir de 2007, foi maior que as pesquisas qualitativas e, a pluralidade de abordagens metodológicas também contribuíram com o estabelecimento dessa agenda de debates e de pesquisas sobre a temática de sustentabilidade ambiental no âmbito nacional.

É notório que pesquisas relacionadas às áreas verdes tornaram-se objeto de estudos dentro dessa temática ampla que é a sustentabilidade ambiental no Brasil. Isso se deve ao fato de as mesmas possuírem uma reconhecida importância para a melhoria de qualidade de vida da população urbana e, por terem se tornado, nos últimos tempos, os principais ícones de defesa do meio ambiente, principalmente pelos benefícios proporcionados, assim como pelo exíguo espaço que lhes é destinado nos centros urbanos.

Arfelli (2004, *apud* RUBIRA, 2016), descreve que “as áreas verdes caracterizam-se pela continuidade e predominância da cobertura vegetal, distinguindo-as da arborização como apenas um elemento acessório, típico em canteiros centrais de avenidas”.

QUADRO 1 - Estudos que abordam a definição e conceitos de "áreas verdes".

Llarden (1982)	Qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças.	 <p data-bbox="959 1771 1489 1861">Figura 1: Croqui elaborado pela autora. Caminhos do ICC norte, campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>
----------------	---	---

<p>Lima et al. (1994)</p>	<p>As áreas verdes são onde há a predominância de vegetação arbórea, que englobam as praças, os jardins públicos e os parques urbanos.</p>	 <p>Figura 2: Croqui elaborado pela autora. Vista de dentro para fora do prédio da Reitora do campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>
<p>Arfelli (2004)</p>	<p>As áreas verdes caracterizam-se pela continuidade e predominância da cobertura vegetal, distinguindo-as da arborização como apenas um elemento acessório, típico em canteiros centrais de avenidas.</p>	 <p>Figura 3: Croqui elaborado pela autora. Vista dos canteiros e corredores externos do ICC Norte, entrada da FAU, campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>
<p>Silva (2009)</p>	<p>As áreas verdes são responsáveis pela melhoria do conforto ambiental, atuando desde a redução da temperatura à contribuição para a estabilidade emocional e psicológica dos usuários, além de proporcionarem ambientes para lazer, descanso e recreação.</p>	 <p>Figura 4: Croqui elaborado pela autora. Vista dos jardins, espaços entre as salas do subsolo do ICC Norte, campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>
<p>Labaki; Lotufo; Abreu; (2011)</p>	<p>Os agrupamentos arbóreos exercem influência numa escala maior do que uma única árvore. Árvores alinhadas criam caminhos sombreados para a circulação de pessoas.</p>	 <p>Figura 5: Croqui elaborado pela autora. Entrada do Ceubinho, ICC Norte, campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>

<p>Rubira (2016)</p>	<p>As áreas verdes são como um subsistema das áreas livres e a principal diferença entre elas é o predomínio de áreas plantadas, onde, as áreas verdes possuem 70% de cobertura vegetal em solo permeável, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças.</p>	 <p>Figura 6: Croqui elaborado pela autora. Jardins mais densos no caminho da BCE, campus Darcy Ribeiro, UnB.</p>
----------------------	--	---

Fonte: Elabora pela autora.

Rubira (2016) traz à luz que:

“As áreas verdes e as áreas livres se configuram como um subsistema do sistema de áreas livres e a principal diferença entre esses dois grupos diz respeito ao predomínio de áreas plantadas, onde, em áreas verdes, predominam as áreas plantadas com 70% de cobertura vegetal em solo permeável, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças” (RUBIRA, 2016, p. 147)

As árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação direta incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções. Dessa forma, há uma redução no aquecimento das superfícies e, conseqüentemente, do calor emitido por estas, como afirmam (LABAKI; LOTUFO; ABREU, 2011)

“Os agrupamentos arbóreos exercem influência numa escala maior do que uma única árvore. Ou seja, a disposição de elementos arbóreos pode aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e a atenuação da radiação incidente, bem como intensificar as sensações de conforto térmico ao usuário num determinado raio. Árvores alinhadas criam caminhos sombreados para a circulação de pessoas, bicicletas e automóveis. Espécies que proporcionem melhores condições de conforto térmico são as mais indicadas para esses lugares. Em espaços de grande e médio porte, destinados a atividades específicas de lazer e esportes, como parques, bosques, grandes praças, é desejável a implantação de agrupamentos arbóreos com espécies com boa atenuação da radiação para o sombreamento de bancos, bebedouros e brinquedos infantis” (LABAKI; LOTUFO; ABREU, 2011, p. 40)

Somando às reflexões sobre áreas verdes, Silva (2009) afirma que elas são responsáveis pela melhoria do conforto ambiental, atuando desde a redução da temperatura à contribuição para a estabilidade emocional e o conforto psicológico dos

usuários, além de proporcionarem ambientes para lazer, descanso e recreação. O autor aponta em suas pesquisas que o papel da vegetação é efetivo para o conforto ambiental do espaço público, registrando diferenças de temperatura de 5°C em medições *in loco* entre áreas pouco arborizadas e áreas muito arborizadas e, de até 3,11°C nas simulações computacionais.

Diante do que foi exposto até o momento sobre áreas verdes, é preciso, ainda que de forma sucinta, contextualizar estas áreas à tipologia que será discutida neste trabalho: campi universitários. Discorreremos sobre o processo histórico dos espaços universitários e sobre suas variadas concepções institucionais e espaciais de forma breve. Mahler (2015) coloca que delinear a origem da instituição universitária ainda se caracteriza como uma tarefa difícil entre os estudiosos da temática, isto porque, ao longo do tempo, muitos sentidos foram atribuídos ao termo “universidade” até que ele pudesse ser compreendido da maneira na qual entendemos hoje.

O termo universidade vem de *universitas*, palavra latina que significa, simplesmente, corporação. Apenas posteriormente o termo universidade passou a ter o significado atual de “universalidade do saber”. Desde a Universidade de Bolonha (1088), considerada a mais antiga, as universidades passaram por muitas transformações e assumiram diferentes configurações espaciais. Ocuparam, por vezes, espaços em instituições religiosas e palácios e, assumiram a forma de bairros universitários, *colleges*, os quais eram integrados ao tecido urbano, diferente da concepção de *campi*, que eram afastados dos centros urbanos. Já a ideia de “cidades universitárias” surge no século XX, resultante da fusão dos *campi* americanos com a tradição europeia.

Segundo Mahler (2015), a concepção dos *campi*, surgidos na América do Norte, tinha como objetivo a ocupação das extensas áreas colonizadas, o estabelecimento de vilarejos e o desenvolvimento regional. Eram, portanto, espaços localizados em áreas rurais, com edificações concebidas em conjunto. Ademais, afirma que a própria denominação *campus*, *campo* em latim, remete a uma visão agrarista. Assim, a semelhança entre os modelos do *college* e do *campus* se restringe ao fechamento e à especialização dos dois, características que seriam, supostamente, indispensáveis à preservação do conhecimento.

Diante de sua relevância na composição dos meios urbanos, é importante apresentarmos, antes de aprofundarmos na temática, como são definidas as *áreas verdes públicas*. Sendo assim, de acordo com o Art. 8º, § 1º, da Resolução do

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 369/2006, áreas verdes públicas são definidas como “o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização” (BRASIL, 2006). Também concernente a sua definição, o Ministério do Meio Ambiente considera áreas verdes urbanas como “o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades”.

Somando-se às reflexões sobre o tema, agora no âmbito internacional, Coutts; Hahn; (2015) definem áreas verdes públicas como um conjunto de espaços verdes conectados entre si, que preservam os valores naturais de um ecossistema e que, de alguma forma, traz vantagens a sociedade e ao meio ambiente.

Ainda conforme o Ministério do Meio Ambiente, as áreas verdes então presentes em diferentes situações, onde se enquadram as áreas de preservação permanente (APP), as florestas e unidades de conservação urbana, canteiros centrais, praças, largos e jardins, além de parques e outras formas de paisagens naturais públicas.

Em áreas urbanizadas, as anomalias térmicas, que são alterações verificadas na temperatura do ar, especialmente em áreas urbanas, onde os efeitos da urbanização e da degradação ambiental comprometem a qualidade de vida e o conforto da população nas cidades (SOUZA, 2019), estão intimamente relacionadas com a quantidade de construções, o uso do solo, o clima e com as condições meteorológicas regionais. Nakano et al, (2015) destacam, inclusive, que seus efeitos impactam diretamente a saúde pública das cidades.

Nesse sentido, muitos autores destacam a importância dos espaços verdes urbanos como reguladores do microclima, impactando a qualidade de vida nas cidades (ABREU, 2012; ASSIS, 2005; C. C. M. DE PAULA, I. J. A. CALLEJAS, L. C. DURANTE, 2010; CASTRO, L E; LABAKI, 1999; MINAS, N.D.; ROMERO, 2000). Em termos qualitativos, segundo Castelo Branco (2009), a vegetação colabora de diversas formas para o conforto térmico em áreas externas, agindo simultaneamente sobre o lado físico e mental do homem, absorvendo ruídos, o calor do sol, melhorando a qualidade do ar, contribuindo para a formação e o aprimoramento do olhar estético, entre outros.

Ainda que a oferta – e qualidade - dos espaços públicos seja um dos requisitos para a efetivação ao direito a cidade, poucos são os dados quantitativos à disposição na literatura no que tange o conforto térmico no cenário do planejamento urbano (NAKANO et al, 2015). Barbarito et. al (2007) destaca que, uma vez que esses locais agregam “valores visuais ou paisagísticos, valores recreativos e valores ambientais” no ambiente urbano e “uma boa qualidade do espaço público”, eles podem oferecer ao público uma estada tranquila, a prática de atividades sociais e, portanto, mais dinamismo urbano. Por isso, ressaltamos a importância da compreensão da natureza dos materiais superficiais para efeito deste estudo.

Diferentemente do que foi afirmado por Barbarito et. al (2007), destacamos a concepção urbana de cidade-parque adotada para a capital do Brasil pelo urbanista Lúcio Costa. Segundo Castelo Branco (2009), a concepção trazida pelo urbanista propõe uma melhoria da circulação de pessoas e ampliação dos espaços livres arborizados. Dessa maneira, em diálogo com a autora, podemos inferir que Barbarito et. al (2007) não compreendem devidamente a concepção urbana de cidade-parque, pois idealizam uma cidade sem problemas de tráfego e com fartas áreas verdes distribuídas de maneira uniforme, o que não reflete a realidade.

Distante da realidade utópica trazida pelos autores anteriormente citados, cumpre-nos destacar a relevância de se ir além das considerações de edificações isoladas. Segundo Givoni (1998), se por um lado o ambiente interno é afetado pelas condições climáticas do entorno da edificação, por outro, a própria edificação e, especialmente, grupos de edificações, modificam o clima local.

Concernente a compreensão microclimática, Romero (2000) compreende que, tanto a formação resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais em jogo - sol, latitude, altitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo, etc. -, quanto sua caracterização definida por seus elementos - temperatura do ar, umidade do ar, movimentos das massas de ar e precipitações -, são importantes para o entendimento dos princípios e para a conscientização do que deve ser controlado no ambiente, a fim de se obter os resultados esperados durante o projeto.

De acordo com estudos elaborados na área de bioclimatismo, fatores controláveis pelo planejamento, como, por exemplo, taxa de permeabilidade do solo e distanciamento desejável entre prédios, juntamente com restrições à sua altura, podem ser definidos de maneira científica e tecnicamente mais precisa. Sendo assim, quando esses fatores são controlados, eles podem gerar, ao mesmo tempo, níveis

mais elevados de conforto (interno e externo) (KRÜGER, DRACH, EMMANUEL, & CORBELLA, 2012).

Ainda no que tange esses fatores controláveis, Castelo Branco (2009) compreende que a alteração das características térmicas das superfícies das cidades decorrente da presença de edificações e de materiais de construção, quando comparados às áreas verdes, é uma das maiores modificações associadas à urbanização. Essas superfícies impermeáveis têm uma alta capacidade de absorver e re-irradiar calor, aumentando a temperatura ambiente e permitindo a formação de ilhas de calor nas cidades.

Mediante o diálogo com o estudo acima citado, compreendemos que possibilitar o conforto térmico em áreas externas permite à vegetação colaborar de diversas formas, agindo simultaneamente sobre o lado físico e mental do homem, absorvendo ruídos, atenuando o calor do sol, melhorando a qualidade do ar, contribuindo para a formação e o aprimoramento do olhar estético, etc. Além disso, o conforto térmico em áreas externas também desempenha um papel fundamental na paisagem urbana, pois constitui um espaço dentro do sistema urbano, onde as condições ecológicas se aproximam das condições normais da natureza.

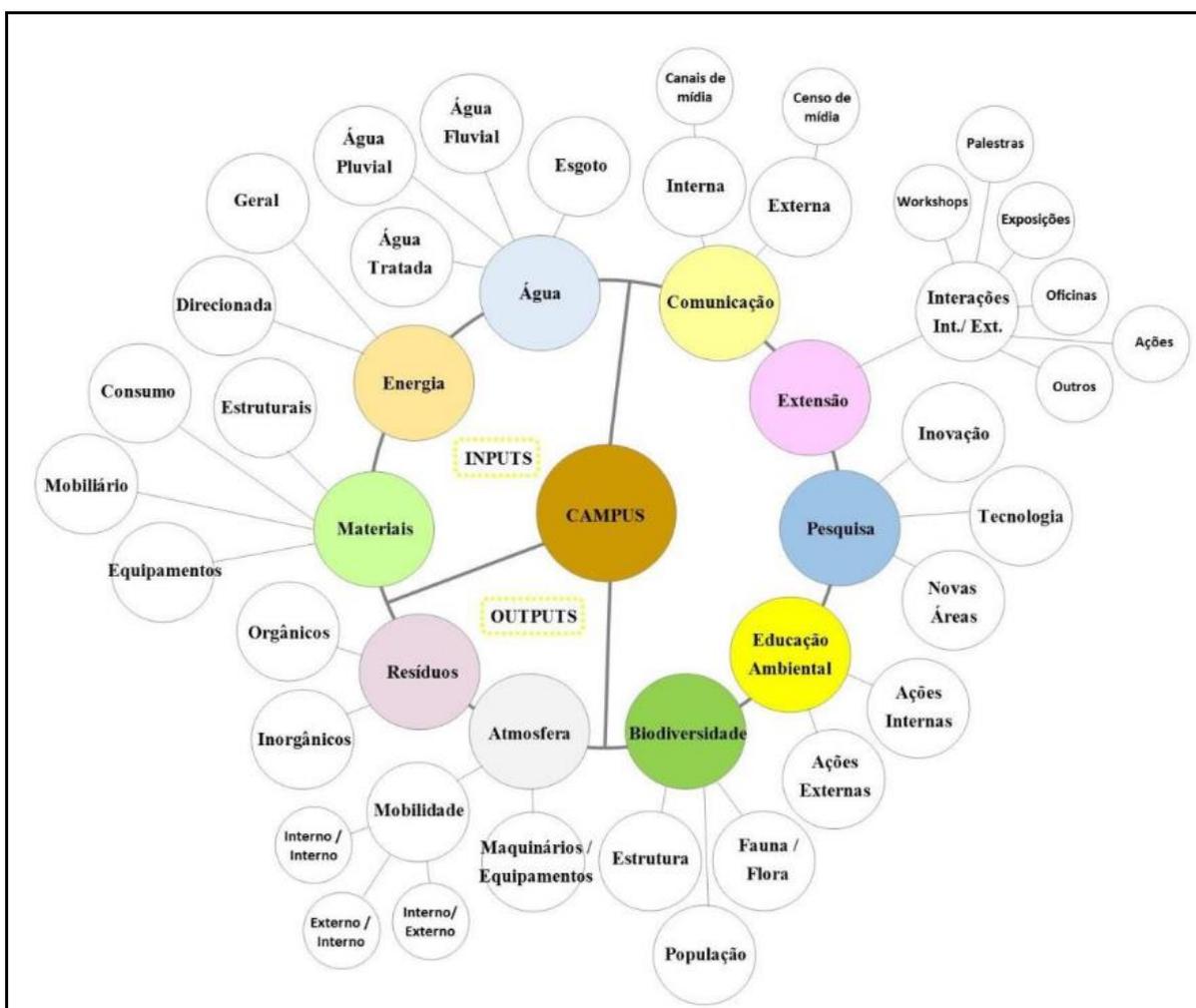
Dando sequência às discussões, discorreremos ao tópico a seguir sobre o papel das universidades diante da possibilidade de adoção de políticas e práticas de gestão sobre a sustentabilidade.

4.2 O papel das universidades frente ao desenvolvimento sustentável

A emergência dos problemas ambientais e das suas implicações econômicas e sociais no comprometimento do futuro nas sociedades modernas fez com que se considerasse a via do desenvolvimento sustentável como alternativa às abordagens tradicionais dos problemas de desenvolvimento. Nesse contexto, as universidades são tanto parte do problema, pois também são organizações que utilizam recursos do meio ambiente, quanto parte da solução, pois detêm a capacidade e responsabilidade de adotar a sustentabilidade nas suas políticas e práticas de gestão. Além disso, acreditamos que as universidades também influenciam o presente e o futuro da sociedade por meio da transmissão de conhecimento, além de servir como exemplo de comportamento social e ambientalmente responsável.

Nos estudos de Pantaleão (2018), deparamo-nos com exemplos de universidades com políticas ambientais bem estabelecidas, no âmbito teórico e prático, além de ações e projetos em andamento de Universidades nacionais e internacionais. O mapa mental abaixo, da Figura 1, colabora para a compreensão da articulação dos eixos com o “Campus”.

Figura 1 - Mapa mental das atividades em campi universitários

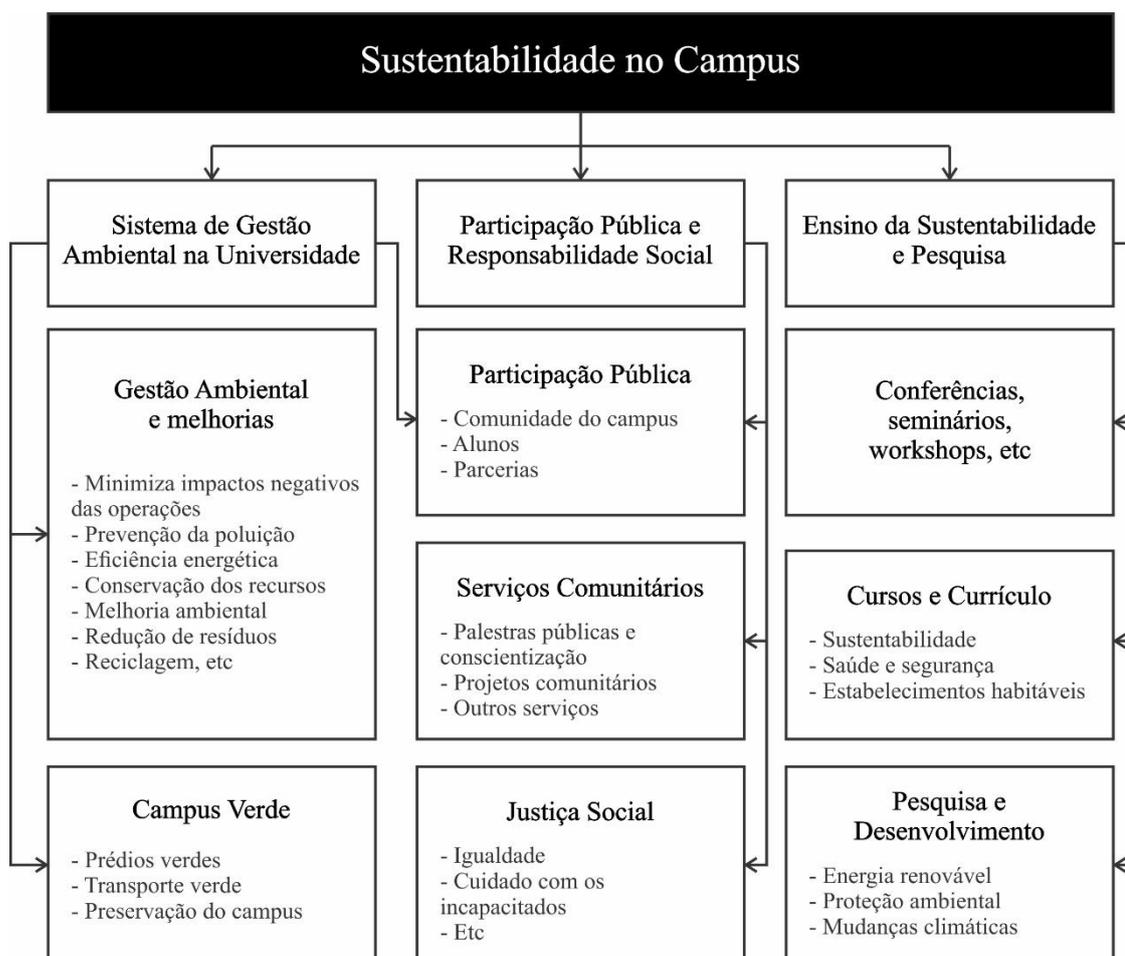


Fonte: Adaptado Dea, Rosa & Sampaio (2010 *apud* PANTALEÃO, 2017).

“Nos círculos coloridos, estão os aspectos principais que fazem parte do funcionamento de uma IES, cada um deles é desmembrado de forma a detalhar suas atividades. Os aspectos de entrada (inputs) são água, energia e materiais, os aspectos de saída (outputs) são resíduos e atmosfera. Já comunicação, extensão, pesquisa, educação ambiental e biodiversidade são considerados aspectos relativos à administração da IES. A figura contempla as quatro funções de uma IES, como citado anteriormente: ensino e aprendizagem, pesquisa, operações e infraestrutura, e coordenação e comunicação com a sociedade” (PANTALEÃO, 2017, p. 44-45).

Indo, também, ao encontro dessas discussões, Alshuwaikhat; Abubakar; (2008) afirmam que o *campus* universitário verde é capaz de gerar economia por meio da conservação de recursos naturais, reduzir resíduos e promover uma gestão ambiental eficiente, além de fomentar a equidade e a justiça social, transcendendo esses valores à comunidade. Isso se deve ao fato de as universidades se estruturarem e se relacionarem com a cidade de várias formas, sendo uma delas por meio do *campus*, por se tratar de um espaço propício aos estudos, afastado da cidade e com muitas áreas livres e verdes. Entretanto, não são todas as universidades que possuem essa estrutura espacial, porém esse estudo aborda, assim como o ranking *Green Metrics*, as universidades que possuem um *campus*. Os autores ainda reiteram que a sustentabilidade afeta a todas as esferas da universidade, dessa forma, propõem de forma sistêmica, a integração de três estratégias, conforme Figura 2.

Figura 2 - Organograma da Sustentabilidade no Campus Universitário



Fonte: Alshuwaikhat e Abubakar (2008)

Somando às reflexões de Alshuwaikhat e Abubakar (2008), Romero; Silva; Teixeira; (2011), autores que detêm uma vasta experiência acerca do desenvolvimento dos projetos dos Planos Diretores de *campi* universitários, elencam cinco princípios norteadores para um projeto de um *campus* universitário mais sustentável. São eles:

- 1) Planejamento a longo prazo: propõe a formulação de uma estrutura de planejamento capaz de permitir a expansão do *campus*, equilibrando sua necessidade de crescimento com a preservação ambiental;
- 2) Locais de ensino e pesquisa integrados: as unidades acadêmicas devem ter relação integrada aos laboratórios de pesquisa;
- 3) Vida no *campus*: Espaços adequados e convidativos, promovendo encontros e integração social entre;
- 4) Integração com a comunidade: manter o *campus* como um local ideal, “Laboratório Vivo”, para as atividades acadêmicas e de melhoria da qualidade de vida de toda a comunidade, oferecendo recursos e atividades ao público externo;
- 5) Um *campus* Amigo do Pedestre: promove a circulação interna do *campus* sendo exclusivamente feita a pé ou por meio de ciclovias.

Mediante a discussão sobre o conceito de sustentabilidade aplicado ao ambiente urbano e agrupamentos, Romero (2003), apresenta três categorias, segundo a escala contemplada:

“O conceito de sustentabilidade em arquitetura e urbanismo tem por objetivo a busca de soluções mais adequadas para a conformação do habitat construído. Essa procura pela adequação ambiental visa criar condições de habitabilidade no que diz respeito à conservação da energia à saúde, ao conforto ambiental e ao prazer dos usuários fins. Através da concepção do projeto que se referênciam no lugar, tanto pelos seus atributos naturais quanto culturais e que se fundamenta nos preceitos bioclimáticos, propõe-se a utilização apropriada de materiais e componentes das estruturas urbanas e arquitetônicas, sendo os processos de avaliação de desempenho ambiental, teóricos e de pós-ocupação, a sua retro-alimentação” (ROMERO, 2003, p.31).

A autora ainda ressalta que toda a questão sustentável em uma economia ou fase de transição – insustentabilidade para a sustentabilidade progressista, como ela mesma coloca – soluciona-se pela inclusão de componentes de sustentabilidade nos processos e nas políticas.

Diante de sua extrema relevância, abordamos no tópico a seguir como algumas instituições universitárias no âmbito internacional são classificadas de acordo com suas agendas de práticas sobre a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, bem como o seu impacto no meio ambiente e o seu reflexo na sociedade.

4.3 Green Metrics: Ranking Mundial de Universidades

No segundo tópico desse capítulo, *Green Metrics: ranking mundial de Universidades*, abordamos o *Green Metrics World University Ranking* como principal classificação atual, de atuação internacional, que embasa, de maneira ampla, a temática desse trabalho no que se refere a sustentabilidade em *campi* universitários. Discorreremos também sobre suas diretrizes, seu conceito, sua metodologia e suas métricas. A fim de exemplificar, trazemos no subtópico *Áreas verdes dos campi universitários* alguns estudos de casos dos *campi* mais bem ranqueados no ano de 2019, nos âmbitos nacional e internacional.

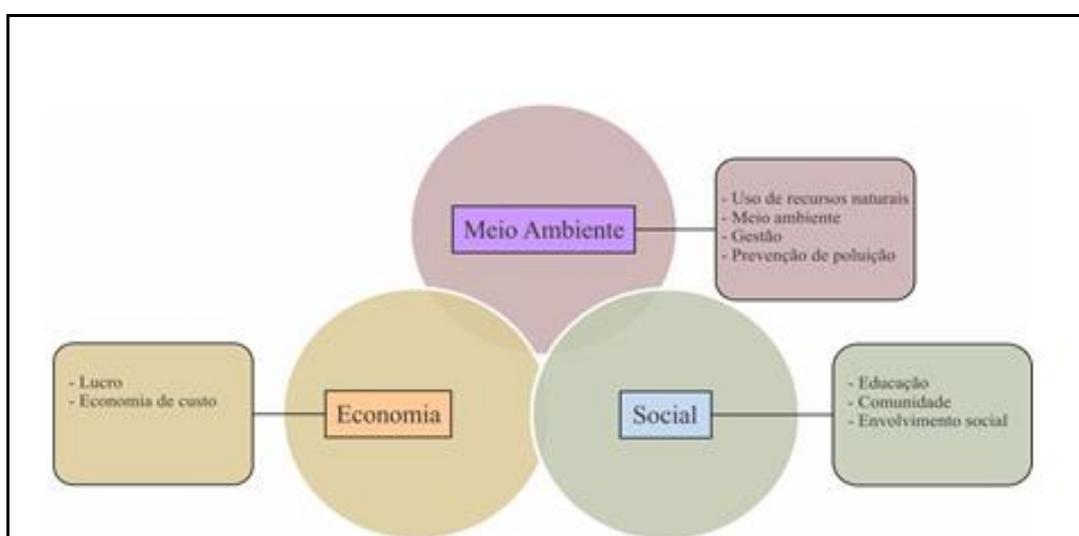
Os princípios de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável caracterizam-se como peças-chave no desenvolvimento de políticas e atividades das Instituições de Ensino Superior, tanto pelo seu impacto no meio ambiente, quanto pelo papel que desempenham na sociedade. Na esteira da disseminação de classificações das Instituições Universitárias⁸ nas últimas décadas, a Universidade da Indonésia, em 2010, implementou uma classificação de sustentabilidade ambiental, chamada *Green Metrics World University Ranking*. O modelo de análise por ela estabelecido é amplamente difundido, sendo utilizado como referência por mais de 38 universidades brasileiras. Sendo assim, existe uma base comparativa significativa para os resultados obtidos através desse estudo a nível nacional.

A partir dos dados divulgados, a comunidade universitária, em seu sentido mais amplo (gestores, educadores, alunos e sociedade em geral), é capaz de compreender e traçar metas para o desenvolvimento sustentável do *campus*. Esse método de classificação torna possível uma comparação quali-quantitativa entre todas as universidades participantes do ranking.

⁸ Vale destacar alguns nomes de especialistas em classificações universitárias mundiais, como Isidro Aguillo (Webometrics), Angela Yung-Chi Hou (HEEACT) e Alex Usher (Educational Policy Canada).

O objetivo do *Green Metrics World University Ranking* é fornecer o resultado da pesquisa on-line sobre as condições e políticas atuais relacionadas ao *Campus Verde* e à Sustentabilidade nas Universidades de todo o mundo. As expectativas concentram-se em alertar líderes das universidades e das partes interessadas, a fim de que seja dada mais atenção ao combate às mudanças climáticas globais, conservação de energia e água, reciclagem de resíduos e transporte ecológico (Figura 3).

Figura 3 - Esquema conceitual sobre o Green Metrics



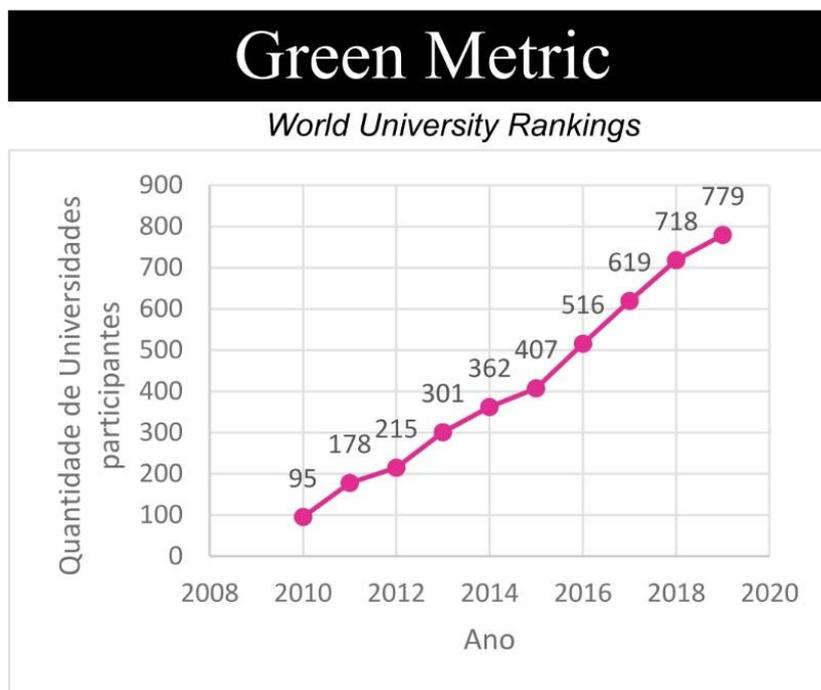
Fonte: Elaborada pela autora.

Sendo assim, a organização discorre sobre a necessidade de mudanças de comportamento, maior atenção à sustentabilidade do meio ambiente e aos problemas econômicos e sociais dela decorrentes. Ademais, acreditava-se que as universidades que estavam liderando esse caminho precisavam ser identificadas. Assim, com o objetivo de chegar a uma pontuação única que reflita os esforços da instituição no que tange à implementação de políticas e programas sustentáveis e ambientalmente amigáveis, foram coletados e processados dados numéricos de 96 universidades.

O ranking contou com a participação de 95 universidades no mundo todo em sua primeira edição, em 2010, e com 779 universidades em sua última edição, em 2019. É importante ressaltar que, embora apenas 3 universidades brasileiras tenham participado da primeira edição (USP, PUC-RJ e UNIFESP), na última, esse número

aumentou para 28, sendo as melhores colocadas as instituições USP, UFLA, UP, UNICAMP e UNI-RN (G1)⁹.

Gráfico 1 - Número de Universidades participantes do Green Metric World University Rankings.



Fonte: Elaborado pela autora.

No que se refere aos critérios e indicadores utilizados pelo ranking, esses baseiam-se na filosofia dos três E's: *Environment, Economics and Equity*. A equipe do *Green Metrics*, liderada pela presidente Profa. Dra. Riri Fitri Sari, selecionou critérios que, a princípio, são considerados relevantes pelas universidades preocupadas com a sustentabilidade. Além disso, são também considerados como critérios as informações básicas do tamanho das universidades e seus perfis de zoneamento - urbano, suburbano ou rural -, além do espaço verde presente em cada *campus*. Em seguida, os critérios¹⁰ estão divididos em:

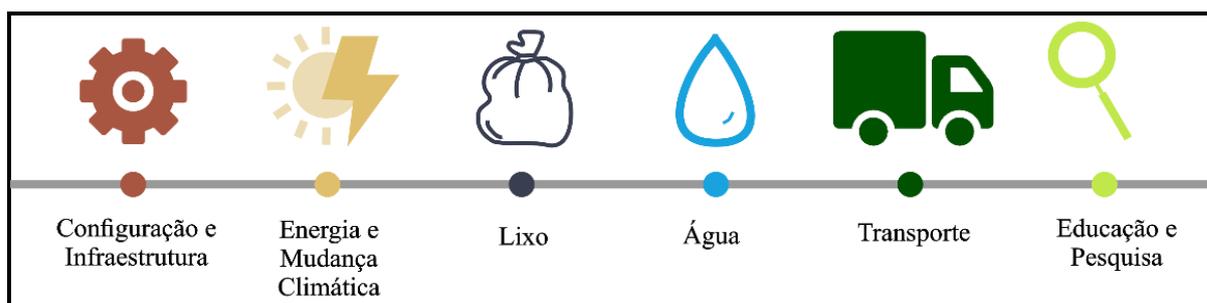
- 1) Configuração e infraestrutura;
- 2) Energia e Mudança Climática;
- 3) Tratamento e reciclagem de resíduos – Lixo;

⁹ Gráfico referente à primeira edição (2010) à última (2019) do *Green World University Ranking*. Disponível em: <<http://greenmetric.ui.ac.id/>>.

¹⁰ Todos os critérios estabelecidos pela equipe *Green Metrics* foram retirados do *site* oficial do Ranking, disponível em: <<http://greenmetric.ui.ac.id/>>. Acesso em: 20 abril 2020.

- 4) O uso da água;
- 5) O sistema de transporte e,
- 6) A Educação e a pesquisa, como explicitados a seguir está identificado conforme a Figura 4.

Figura 4 - Critérios adotados pelo ranking – Green Metrics.



Fonte: Elaborado pela autora.



- A relação da área de espaço aberto com a área total;
- Área do *campus* com cobertura de floresta;
- Área do *campus* coberta por vegetação plantada;
- Área no *campus* para absorção de água;
- A área total de espaço aberto dividida pela população total do *campus*;
- Orçamento da universidade para um esforço sustentável.



- Uso eficiente de aparelhos de energia substituindo os aparelhos convencionais;
- Implementação do *Smart Building*;
- Número de fontes de energia renováveis no *campus*;
- Uso total de eletricidade dividido pela população total do *campus* (kWh por pessoa);
- A proporção de energia renovável produzida em relação ao uso de energia;
- Elementos de implementação de edifícios verdes, refletidos em todas as políticas de construção e renovação;
- Programa de redução de emissões de gases de efeito estufa;
- A proporção da pegada de carbono total dividida pela população do *campus*;

- Programa de reciclagem de resíduos;
- Tratamento de resíduos orgânicos;
- Tratamento de resíduos inorgânicos;
- Disposição de esgotos;



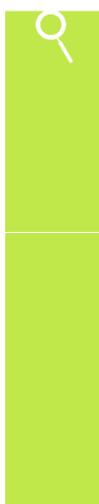
- Política para reduzir o uso de papel e plástico no *campus*.



- Implementação do programa de conservação de água;
- Implementação do programa de reciclagem de água;
- Uso de aparelhos eficientes em termos de água (torneira, descarga do vaso sanitário, etc.);
- Água tratada consumida.



- Proporção do total de veículos (carros e motos) dividido pela população total do *campus*;
- Serviço de transporte;
- Política de veículos com emissão zero (ZEV) no *campus*;
- A proporção de veículos com emissão zero (ZEV) dividida pela população total do *campus*;
- Proporção da área de estacionamento com a área total do *campus*;
- Programa de transporte projetado para limitar ou diminuir a área de estacionamento no *campus* nos últimos 3 anos;
- Número de iniciativas de transporte para diminuir veículos particulares no *campus*;
- Política de caminho para pedestres no *campus*.

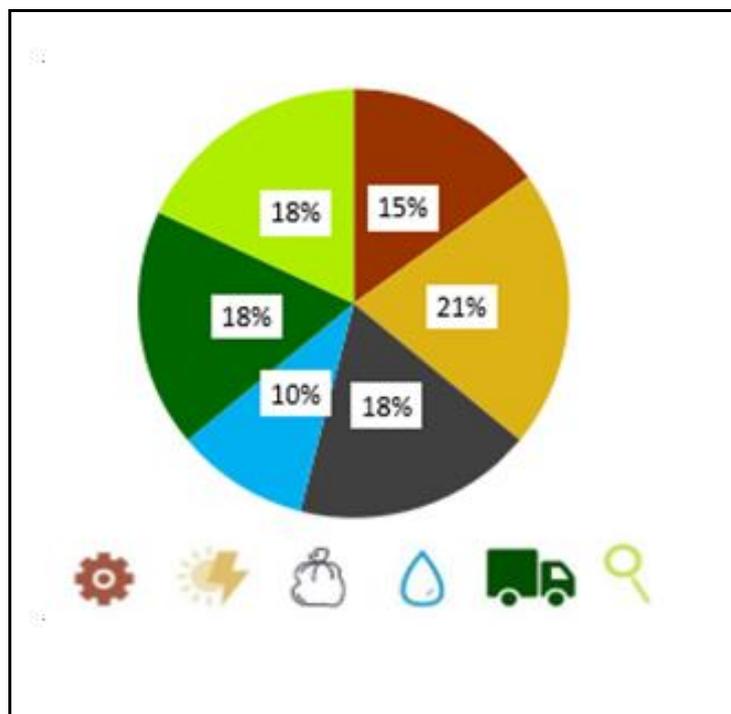


- A proporção de cursos de sustentabilidade em relação ao total de cursos/disciplinas;
- A proporção do financiamento da pesquisa em sustentabilidade em relação ao financiamento total da pesquisa;
- Número de publicações acadêmicas sobre meio ambiente e sustentabilidade publicadas;
- Número de eventos acadêmicos relacionados ao meio ambiente e sustentabilidade;
- Número de organizações de estudantes relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade;
- Existência de um site de sustentabilidade administrado pela universidade;
- Existência de um relatório de sustentabilidade publicado.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com o objetivo de estabelecer uma forma de pontuação do ranking, foi calculado para cada um dos critérios, um percentual de peso equivalente ao cumprimento de cada item, como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Gráfico do percentual de cada critério no ranking Green Metrics World University Ranking.

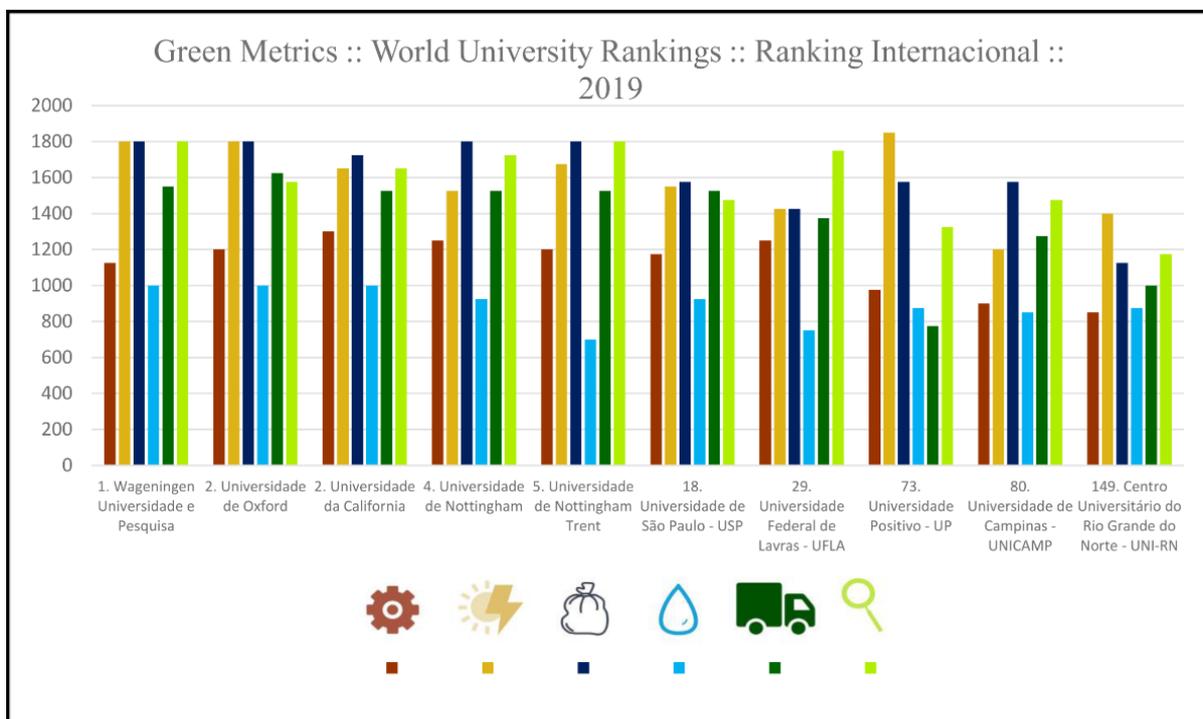


Fonte: Elaborado pela autora.

De maneira sucinta, apresentamos abaixo uma comparação entre os cinco primeiros colocados internacionalmente no ranking no ano de 2019 e, os cinco melhores colocados a nível nacional. Dessa forma, conseguimos vislumbrar as melhorias necessárias para os nossos *campi*, tendo em vista de que este é um dos objetivos principais do ranqueamento de universidades: melhorar/pontuar a cada ano. A exemplo disso, as universidades de Wagerninger, Universidade de Oxford, Universidade da Califórnia, Universidade de Nottingham e a Universidade de Nottingham Trent se destacam nos critérios que mais pontuam (ou que possuem maior peso – 21% e 18%), como: Energia e Mudanças Climáticas, Lixo, Transporte e Educação e pesquisa, considerando que a pontuação desses critérios é de 1400 em todos eles. Vale ainda ressaltar que a Universidade Positivo (73ª Internacionalmente e 3ª nacionalmente) é a que mais pontuou com relação ao critério de Energia e Mudanças Climáticas, em comparação com as 10 universidades em destaque. Os demais critérios, Água (10%) e Configuração e Infraestrutura (15%), que possuem

menor peso no *Guideline*¹¹, também são os que as universidades menos pontuaram de forma geral, como apresentamos no gráfico da Figura 6.

Figura 6 - Green Metrics World University Ranking – 2019.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio da tabela da Figura 7, é possível observar com maior clareza a pontuação obtida pelas universidades. Além do mais, realçamos também qual instituição alcançou, no ano de 2019, maior pontuação em determinado critério

Figura 7 - O critério em que cada universidade se destacou no Green Metrics World University Ranking – 2019.

Configuração e Infraestrutura	Energia e Mudanças climáticas	Lixo
Água	Transporte	Educação e Pesquisa

¹¹ O *Guideline* do ano de 2020 demonstra os níveis de dificuldade de cada um dos critérios, variando a pontuação do nível 1 ou 5 (cf. *Anexos*). Mais à frente nesta pesquisa, apresentamos o cálculo de alguns destes critérios para o Campus Darcy Ribeiro.

	1º Lugar
	2º Lugar
	3º Lugar
	Participou do Ranking
	Não participou do Ranking

Fonte: Elaborado pela autora.

O *campus* da Universidade de São Paulo em São Carlos, no que se diz respeito às áreas verdes, destaca-se pela elaboração do Plano Diretor Ambiental. Nele constam relatórios acerca do zoneamento verde do *campus* e apresenta quais seriam as principais diretrizes de criação de um novo *campus*, a saber:

“A busca da sustentabilidade em seus diversos aspectos conceituais – econômico-financeira, social, ecológica, política e territorial – é o horizonte ao qual a implantação do “*Campus*” II da USP – São Carlos deve se remeter para que a criação de um novo território universitário venha se constituir em uma experiência crítica e inovadora, profundamente participativa por parte sobretudo da comunidade acadêmica, mas também de nossos futuros vizinhos e dos moradores da cidade e região como um todo, sintonizada com os novos desafios filosóficos, técnicos e sociais que os conhecimentos e as soluções tecnológicas que a USP – São Carlos produz têm apontado. O documento apresenta um Projeto de Restauração Florestal do *campus*, em que entre outras necessidades, é citada como fundamental a elaboração de um Plano Diretor Ambiental” (RODRIGUES, 2014).

Diante de todo aporte teórico aqui exposto, bem como as discussões feitas a partir dele, veremos no capítulo a seguir, *Materiais e Método*, os fios metodológicos adotados nesta pesquisa.

5. MATERIAIS E MÉTODO

5.1 Método

Inserida no âmbito das Ciências Sociais Aplicadas, essa dissertação de mestrado, de cunho quali-quantitativo destaca as áreas verdes dos *campi* universitários. A pesquisa tem como objeto de estudo o *Campus* Universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília e tem como objetivo geral avaliar as áreas verdes do campus a partir do mapeamento de diversos parâmetros incluindo o Índice de Vegetação Fotossinteticamente Ativa (NDVI) a partir do uso de ferramentas de sensoriamento remoto.

A seguir, apresentamos brevemente as quatro etapas principais que constituem este capítulo.

Referente à primeira parte e, mais precisamente, ao primeiro tópico, delimitamos o nosso objeto de estudo, o *Campus* Darcy Ribeiro da UnB. No segundo tópico, apresentamos a análise documental referente ao histórico dos documentos de Planejamento do *Campus* pelo Centro de Planejamento Oscar Niemeyer (CEPLAN) com enfoque no documento de 1987 “Ideia de Desenvolvimento Físico” com exposição de problemáticas e soluções projetuais à época e, o Plano de Logística Sustentável da UnB que traz objetivos e metas a serem alcançadas entre 2018 e 2021.

Na segunda parte, em consonância com o primeiro objetivo traçado nessa pesquisa, apresentamos um levantamento das produções científicas desenvolvidas nos programas de pós-graduação. Além disso, essa parte nomeamos de “1º Ciclo” e conta com três etapas, a saber: na primeira delas, apresentamos a revisão sistemática da literatura desenvolvida a partir da busca em quatro bases de dados (Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações, Repositório da Universidade de Brasília, Periódicos Capes e o Google Escolar). Na segunda etapa, expusemos uma tabela geral das teses e dissertações, elaborada por meio da palavra-chave “*Campus* Universitário” e, por último, na terceira etapa, a tabulação correlacionando as universidades em destaque na BNTD e a participação no ranking selecionado para a pesquisa, além de sua participação no *Green Metrics*.

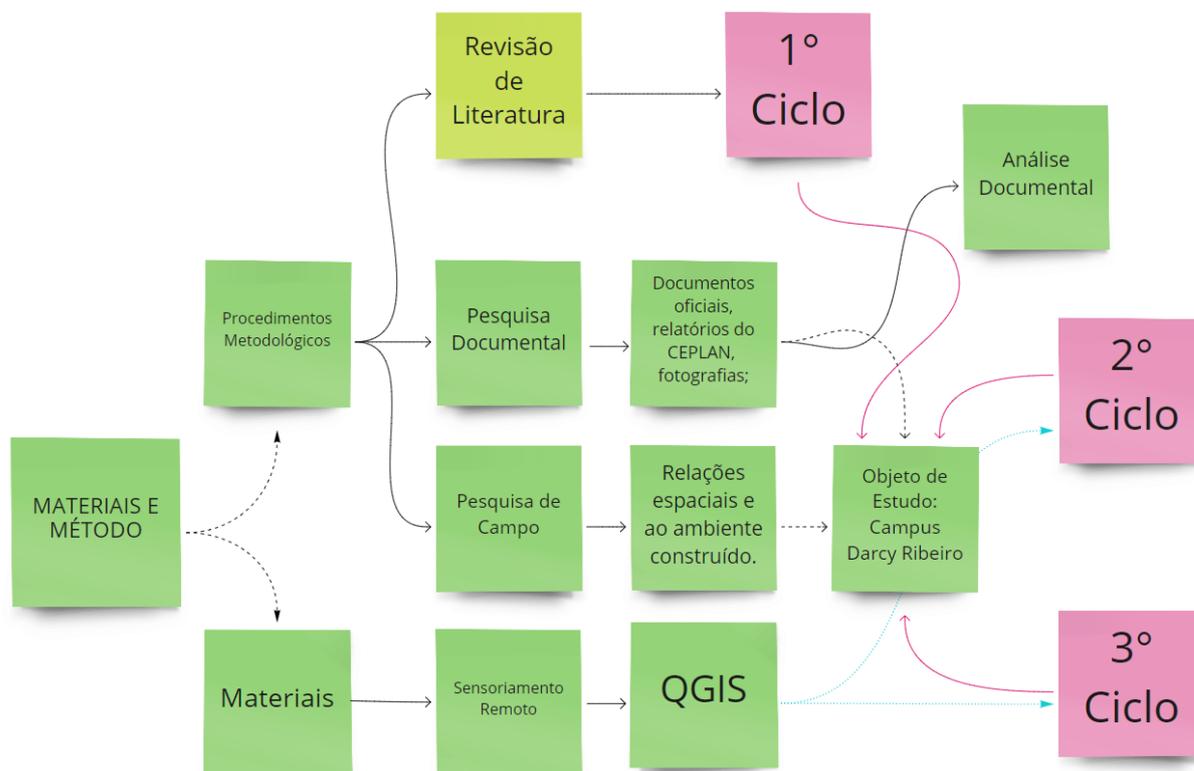
Na terceira parte, 2º Ciclo, analisamos a dimensão verde do *campus* Darcy Ribeiro pela metodologia do *Green Metrics* com foco em áreas verdes. Para tal, o

estudo foi realizado nas três etapas a seguir: a primeira foi a definição da interseção da pesquisa com o questionário do *Green Metrics* do ano de 2020, de acordo com os critérios abordados por ele, relacionando o critério analisado com a vegetação i) total, ii) parcial ou iii) nenhuma relação; em segundo lugar, o mapeamento do espaço construído e da vegetação arbórea do *campus* e suas respectivas áreas (quantitativo) e, por último, a aplicação dos critérios totais e parciais para a obtenção dos resultados dessa pesquisa.

Na quarta e última parte deste capítulo, 3º Ciclo propusemos um Cenário Verde do *campus*, o qual contou com duas etapas: a primeira etapa consiste no mapeamento de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), mapa da Temperatura da Superfície da Terra (LST), mapa de Vegetação Arbórea e mapa de Solo Exposto e, a segunda etapa, a relação entre as propostas e diretrizes do plano de planejamento de 1978 e do Plano de Logística Sustentável da UnB do ano de 2018 quanto às Áreas Verdes.

A fim de elucidar cada um dos momentos descritos acima, apresentamos a seguir, na Figura 9, um fluxograma referente à metodologia dessa pesquisa:

Figura 9 - Fluxograma do método deste trabalho



Fonte: Elaborado pela autora.

5.1.1 Objeto de Estudo

“Cidade planejada para o trabalho ordenado e eficiente, mas ao mesmo tempo cidade viva e aprazível, própria ao devaneio e à especulação intelectual, capaz de tornar-se, com o tempo, além de centro de governo e administração, num foco de cultura dos mais lúcidos e sensíveis do país” (Lúcio Costa apud UnB, 1962, p. 22).

O *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília está situado no Plano Piloto entre a Asa Norte e o Lago Paranoá (Figura 10). O *Campus* ocupa área de 3.950.579,07 m² e tem área construída de 552.171,40 m² ¹².

“Concebida originalmente de forma a se identificar com a nova Capital, inaugurada há 2 anos antes, a Universidade de Brasília se propunha a caracterizar o melhor possível uma universidade moderna, definida dos principais percalços com que lutaram as já existentes porque planejada à base da experiência dos erros e acertos daqueles” (UnB, 1972, p. 4).

¹² Informações retiradas do site do CEPLAN, março de 2020.

Figura 10 - Mapa do Distrito Federal.



Fonte: Disponível em <<https://www.brasil-turismo.com/distrito-federal/mapas-df.htm>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

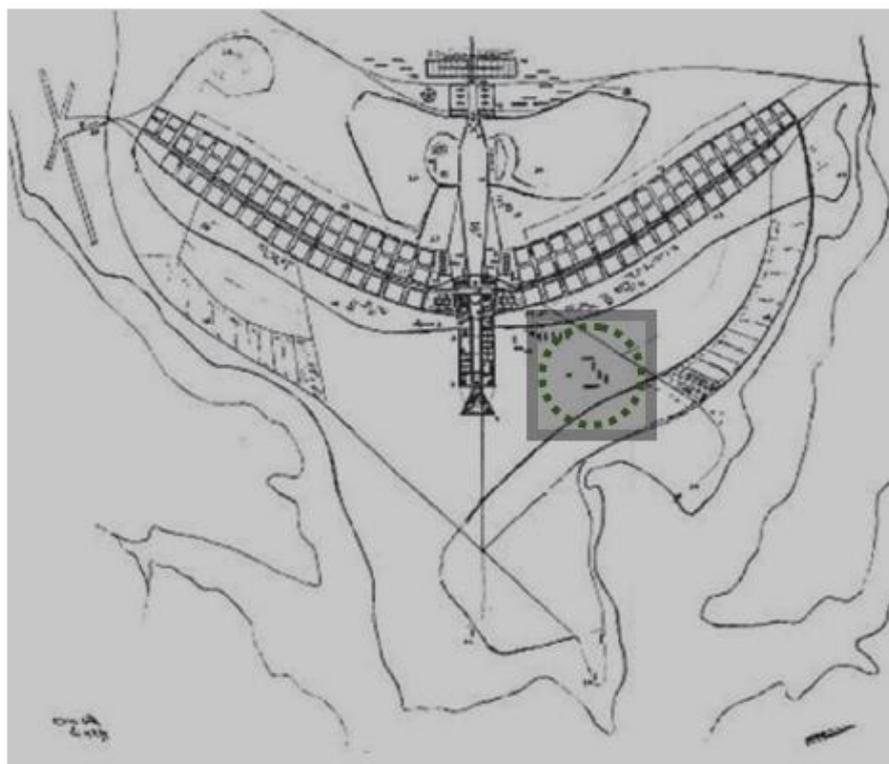
Figura 11 - Contextualização do território do campus Darcy Ribeiro no Plano Piloto.



Fonte: Elaborado pela autora.

Não muito tarde, os mesmos arquitetos que marcariam a história do modernismo no Brasil e no mundo, também participariam do primeiro plano urbanístico para o *campus* da UnB (1960): Darcy Ribeiro, o primeiro *campus* da Universidade de Brasília que leva em seu nome seu patrono, Darcy Ribeiro.

Figura 12 - Adaptado do Plano Piloto de Brasília desenhado em 1958 por Lúcio Costa, com destaque para a localização da Cidade Universitária.



Fonte: Researchgate. Adaptado pela autora.

O *Campus Darcy Ribeiro*, como reitera Cardoso (2019) é “um espaço dedicado ao desenvolvimento da função educacional, vai funcionar exatamente como um bairro monofuncional, tão criticado por Jacobs”. Jane Jacobs, por sua vez, alerta para a importância da diversidade de usos, assegurando a vitalidade do espaço em tempo integral. A exemplo dessa vitalidade, temos os espaços residuais – ou vazios – presentes no *campus*, especialmente a noite e aos finais de semana (CARDOSO, 2019).fConsiderando a formação ou estruturação dos *campi* universitários, Calderari (2017) discorre sobre o tema “Universidade e os *campi* universitários continuidades e rupturas” no segundo capítulo de sua Tese de Doutorado. A autora traz à luz o “processo histórico de sua trajetória urbana, averiguando sua relação com a evolução das cidades e sua interação com os espaços públicos”. Nesse contexto, Calderari (2017) enriquece sua discussão trazendo exemplos de estudos de caso de universidades no mundo todo. À exemplo de universidades latino-americanas, foram investigadas: a Universidade de Concepción (Chile), a Universidade Nacional de Caracas (Venezuela), a Universidade do México (México), Universidade Federal do

Rio de Janeiro (Brasil) e, por fim, a Universidade de Brasília (Brasil), como veremos abaixo na Figura 13.

Figura 13 - Análise do Campus Darcy Ribeiro adaptado da tese de doutorado (CALDERARI,2017)

CATEGORIA/CASO						
CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS		TEORIA - PLANO ORIGINAL	ESTRUTURA FÍSICA		PROJETO URBANÍSTICO	
INÍCIO DO PROCESSO	1960		DIMENSÃO	257 há	COMPOSIÇÃO PROJETUAL	EIXOS DE CIRCULAÇÃO + CAMPUS NAS BORDAS
INAUGURAÇÃO	1962				ORGANIZAÇÃO INTRAURBANA	ZONEAMENTO FUNCIONAL POR SETORES POR TIPOS DE USOS
CONTEXTO	POLÍTICO		EDIFICAÇÃO (CONSTRUÍDAS)	1 EDIFICAÇÃO + DOIS COMPLEXOS	ORGANIZAÇÃO EXTRAURBANA	NA NOVA CAPITAL
OBJETIVO/ IDEOLOGIA	MODERNIZAÇÃO DO PAÍS				MOBILIDADE	PRIORIDADE AO AUTOMÓVEL
EQUIPE TÉCNICA	ESTUDO EXTERNO + CRIAÇÃO DE EQUIPE INTERNA		POPULAÇÃO (ESTUDANTES)	NÃO IDENTIFICADO	ESPAÇO SOCIAL	REGIÃO CENTRAL

Fonte: Elaborado pela autora.

Concernente ao *campus* Darcy Ribeiro, em Brasília, Romero; Clímaco; et al. (2003) afirmam que, apesar de as condições climáticas de Brasília serem bem favoráveis e, a área ocupada pelo *campus* ser privilegiada em termos de dimensões, localização, paisagem e variáveis climáticas, os dados indicam que as necessidades ambientais de salas de aula não se encontram satisfeitas, tampouco a função inerente à arquitetura como resposta às necessidades humanas de abrigo, é atendida. Os autores concluíram que o desconforto verificado nos espaços construídos pode ser atribuído, em grande parte, às definições dos projetos arquitetônicos: arquitetura não adequada para proporcionar ambientes tão agradáveis quanto são as características naturais de Brasília. Ressaltam, ainda, que as “pequenas ou grandes monumentalidades” de edifícios significativos do *campus* nem sempre têm respostas adequadas às suas necessidades funcionais e ambientais e, estes aspectos não devem ser repetidos.

Ainda sobre as necessidades ambientais dos espaços no *campus*/padrões de referência de grau de sustentabilidade social, Romero (2003) apresenta em seu estudo diversas unidades de edificações isoladas genéricas, salas de aulas e espaços públicos abertos de uso múltiplo do *campus* da UnB. Neste caso específico, a autora atribuiu grande importância aos aspectos que contribuem para a qualidade de vida e, por isso, os padrões selecionados referem-se à acessibilidade, segurança, conforto ambiental e beleza – espaços harmônicos e equilibrados.

5.1.2 - Análise Documental

O Centro de Planejamento Oscar Niemeyer (CEPLAN) está vinculado à Secretaria de Infraestrutura (INFRA) e, é o órgão responsável pelo planejamento físico e ambiental, patrimônio histórico e projetos de arquitetura dos *Campi* Darcy Ribeiro, Planaltina, Gama, Ceilândia, Granja do Torto, além de unidades dispersas da UnB. Sua equipe técnica é formada por 23 profissionais – entre arquitetos, engenheiros e técnicos administrativos –, além de estagiários. O Centro, desde a sua criação em 1962, está localizado no SG 10, edifício projetado por Oscar Niemeyer e detalhado por João Filgueiras Lima – conhecido como Lelé.

Logo abaixo na Tabela 1 apresentamos uma listagem de documentos encontrados no site oficial do CEPLAN, os quais contribuiram para o levantamento de dados¹³ dessa pesquisa.

Tabela 1: Documentação do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN

ANO	NOME
1962	Plano UnB
1972	Planejamento do <i>Campus</i>
1975	Plano UnB
1978	Programa de Necessidades Ambientais
1987	Ideia de Desenvolvimento Físico
1987	Política de Ocupação
1988	Planejamento da Extremidade Sul do <i>Campus</i>
1989	Planejamento Físico do <i>Campus</i> da UnB
1992	Plano de Circulação do <i>Campus</i>
1992	Parque Tecnológico Coletânea de Textos
1993	Parque Tecnológico Coletânea de Textos
1993	Relatório de Apresentação do Parque Tecnológico
1995	Diretrizes da Estação Experimental de Educação Ambiental
1996	Plano de Trabalho do Plano Diretor Físico do <i>Campus</i> da UnB
1996	Relatório Parcial do Plano Diretor de Ampliação da Capacidade Física do <i>Campus</i>
1996	Plano Diretor Físico da UnB

¹³ Explicitaremos esses dados logo mais à frente no capítulo.

áreas: *Campus* (A), Centro Desportivo (B), Estação Experimental de Biologia (C), Fazenda Experimental (D), Anexo ao Hospital de Sobradinho (E), 12 Superquadras (F) e Parte do Edifício Flávia Hilka, Superquadra 311 Sul (G), como veremos abaixo:

Figura 15 - Localização de Áreas da Universidade de Brasília no Distrito Federal



Fonte: UnB, 1975, p. 46.

Figura 16 - Área do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975

Terrenos	Área (ha)	Área (m ²)
A	267	2.665.000
B	110	1.102.000
C	18	185.000
Total	395	3.952.000

Fonte: UnB, 1975, p. 45.

No projeto de Brasília, o Campus da Universidade foi situado entre a Zona Residencial Norte e o Lago Paranoá, com uma área de 267 hectares, correspondendo

à área A, como demonstra a do Plano Urbanístico, presente na documentação do CEPLAN.

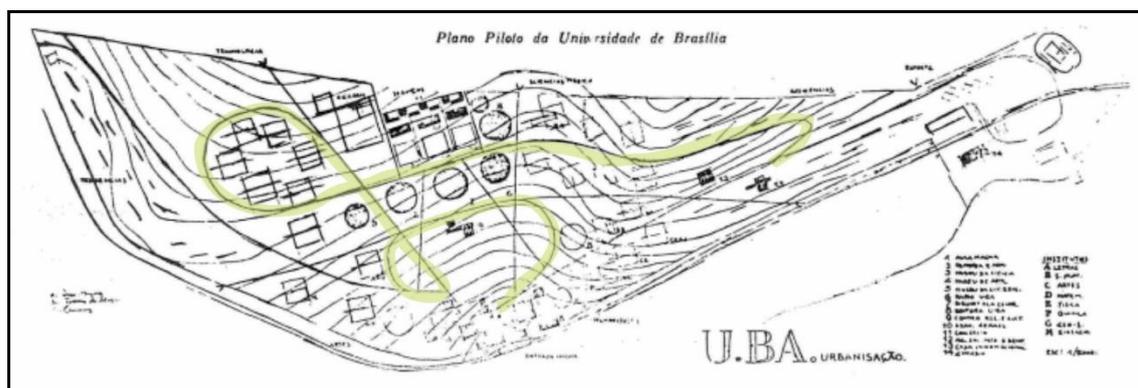
Figura 17 - Plano Urbanístico do campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975 – Situação do campus no Plano Piloto



Fonte: UnB, 1975, p. 48.

No plano original consta que “o conjunto de terrenos da UnB passaria a constituir um vasto parque aberto à população. Seria tratado paisagisticamente com o cuidado de preservar-se a beleza da vegetação original, formando um museu vivo da flora regional.” Chamo a atenção para a Figura 18, onde foi demarcado em verde o traçado da vegetação, que abraçaria as edificações, que se acomodariam ao terreno amplo e vasto do campus.

Figura 18 - Plano Original do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília em 1975



Fonte: UnB, 1975, p. 49 com alteração da autora.

Em concordância com o que o autor Silvio Macedo (1995) coloca, o urbanismo moderno previa como ideal um cenário urbano de prédios isolados imersos em um verde contínuo. A criação de Brasília, por exemplo, consubstancia no urbanismo brasileiro este ideário, que é adotado como padrão em projetos urbanísticos por todo o país, bem como podemos observar pelo plano original do próprio campus universitário. Contesto, corroborando à ideia de Macedo (1995) que estes espaços livres são “morfologicamente indefinidos”.

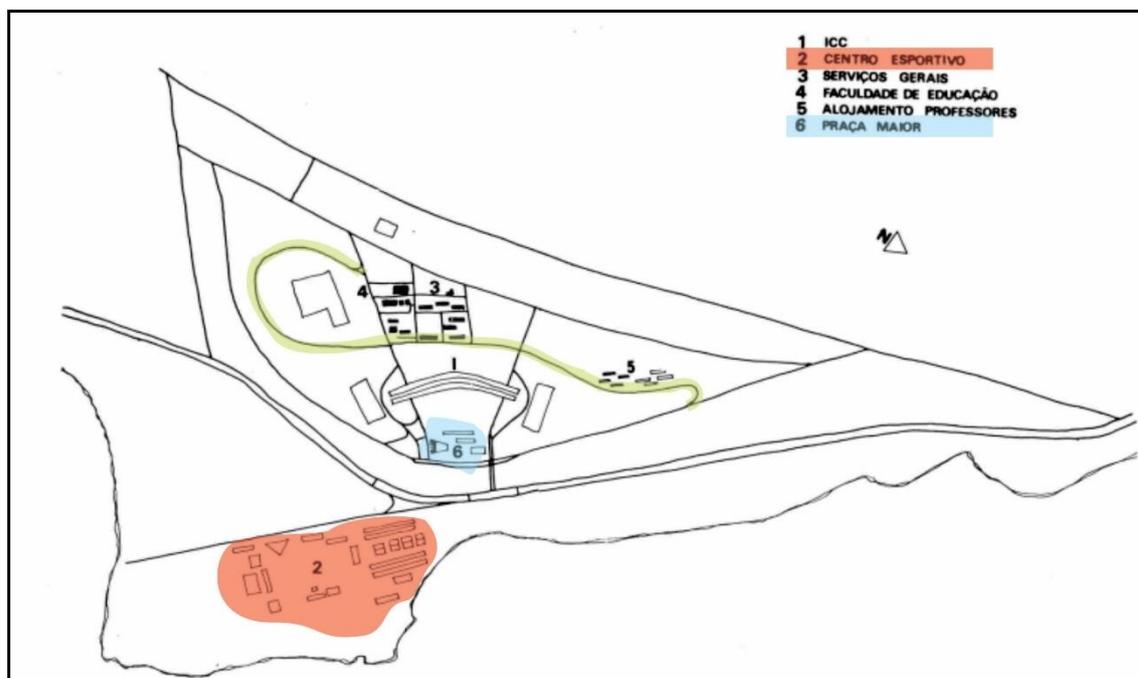
“(…) espaços livres morfologicamente indefinidos, de relvados e arvoredos, sob um fundo composto de um céu azul anil, permeando por estes pilotis de prédios isolados. Contesta-se a cidade tradicional e seus espaços hierarquizados em detrimento da fórmula aplicada na nova capital, na qual as superquadras são os padrões, os modelos vivos.”
(MACEDO, p. 15, 1995)

Observa-se, como citado pelo autor Silvio Macedo (1995), o qual compartilho da mesma ideia, uma série de espaços “mortos” na cidade de Brasília. Dessa forma, integro essa interpretação ao campus Darcy Ribeiro. Estes espaços “mortos” ou residuais, como alguns autores contemporâneos o chamam, são aqueles que praticamente nunca são utilizados pela população e dessa forma é criada uma hierarquia de caminhos e percursos informais, que de certo modo, como o autor coloca “recuperam as hierarquias urbanas tradicionais ignoradas na sua concepção.”

No plano de 1962/1964 foram reunidos no prédio do ICC diversas faculdades, constituindo essas unidades um conjunto e direcionando a organização do espaço físico do *campus* devido à sua forma marcante e suas dimensões. Nesta época incorporou-se ao *campus* a área destinada ao Centro Desportivo e um novo estudo

introduziu modificações no Plano Original, sem alterar-lhe a concepção geral, como demonstra o mapa da Figura 19.

Figura 19 - Plano de 1962/1964 do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília

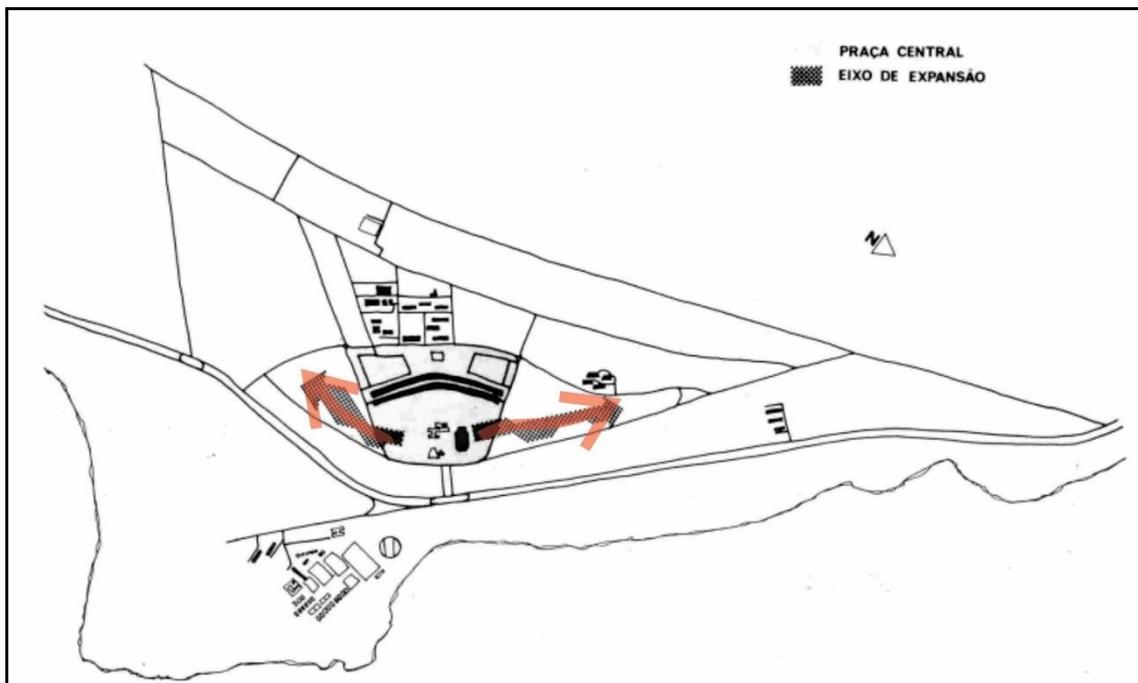


Fonte: UnB, 1975, p. 50 com alteração da autora.

No Plano 1971, Figura 20, decidiu-se iniciar os planos de construção do Restaurante Universitário e da Administração Central. Já a Praça Maior foi reformulada para tornar-se o pólo principal do Campus, capaz de promover diversos níveis de encontro. Porém, como aponta Cardoso (2019) em sua dissertação de mestrado sobre os Espaços Livres da Praça Maior, em que aborda, inclusive, a não implementação total do projeto paisagístico de Chacel. Uma das questões principais levantadas é que não foram trabalhados recursos adequados para que atraíssem às pessoas àquele local, tornando-o um lugar de convívio como era esperado no plano de 1971.

“O projeto não foi implantado por completo; os elementos construtivos contêm problemas estruturais, no traçado dos caminhos e nos desníveis implantados; a arborização inadequada não se desenvolveu nos estares de forma a projetar sombra; e todo um detalhamento de elementos de arquitetura, de mobiliário e de infraestrutura não foi implementado.” (CARDOSO. p. 222, 2019)

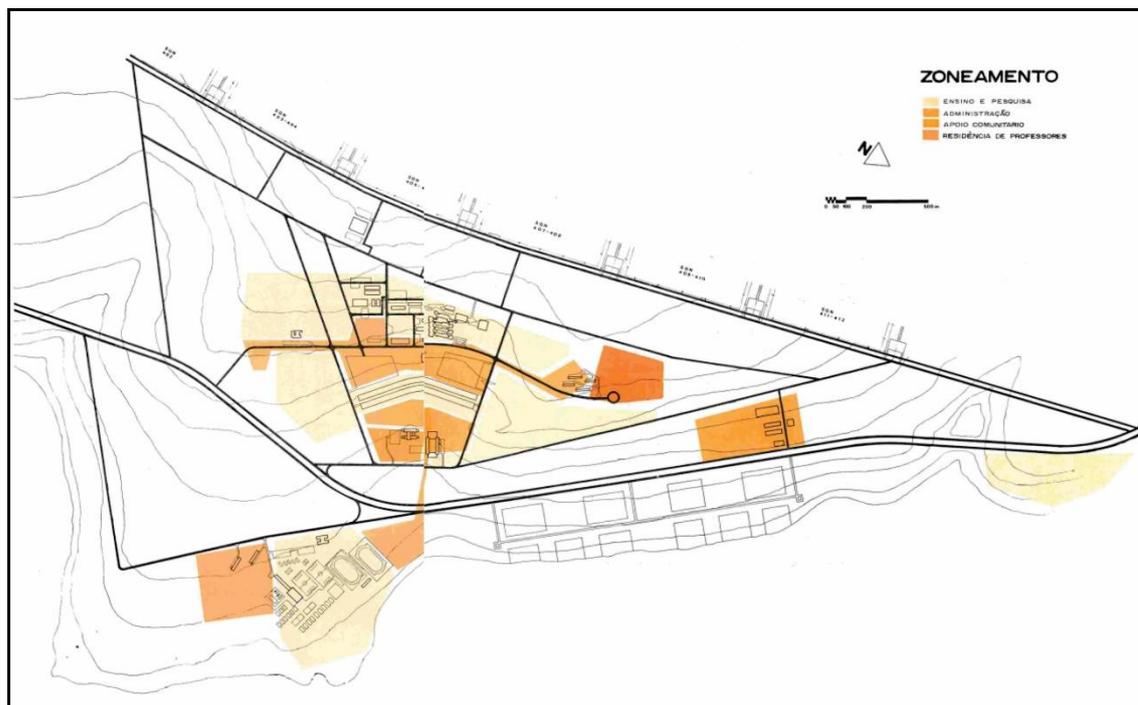
Figura 20 - Plano de 1971 do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília



Fonte: UnB, 1975, p. 52 com alteração da autora.

Ainda sobre o documento de 1975, este aborda o “Plano atual” detalhado com desenhos técnicos (seções, plantas baixas e quadro de áreas) cada edifício construído até o ano do relatório. É relevante também pontuarmos que nele são colocamos perspectivas para a finalização da construção de toda a área edificada do *campus* em 1980. Dessa forma, conclui-se este documento com o Zoneamento estimado, como demonstramos na Figura 21.

Figura 21 - Zoneamento da Configuração final do Campus



Fonte: UnB, 1975.

Destacamos neste documento o tópico sobre as Obras de Infra-estrutura, o qual expõe que, naquele ano, o *Campus* da Universidade de Brasília possuía cerca de 50 a 75% de obras de paisagismo e infra-estrutura no espaço efetivamente ocupado.

“A política de paisagismo e infra-estrutura tem sido fixada em função da ocupação do *Campus*, respeitando o melhor equilíbrio possível entre exigências a atender – face à conclusão de obras e ocupação demográfica do espaço – e a disponibilidade de recursos financeiros – face às prioridades estabelecidas para ensino e pesquisa principalmente” (UnB, 1975, p. 151).

Diante da necessidade da criação de parâmetros que orientassem os processos de ocupação do *campus*, a Universidade desenvolveu, juntamente como Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), um documento apontando para a importância da elaboração de um Plano de Desenvolvimento físico, a fim de promover a formação de parques e desenvolver pesquisas e experiências relacionadas ao reflorestamento do *campus*. O texto ainda aborda aspectos relacionados à infra-estrutura e paisagismo do *campus*, mas sem se aprofundar de forma técnica a respeito do tema.

Já o documento de 1987, trata do Programa de Necessidades Ambientais do *campus*, por meio de mapas e croquis, a fim de facilitar a exemplificação. Além do mais, o documento possui 25 páginas e, no seu final, faz recomendações para o projeto.

“Outro aspecto importante no projeto do SSG será o significado que o novo conjunto anexará ao contexto urbano do *campus*, ao situar-se em área bastante central. Pelas condições de relevo do terreno suas coberturas serão bastantes visíveis dos pontos mais altos do restante do *Campus* e em particular da Praça Maior, o sistema viário de apoio previsto pelo prolongamento da via fronteira à Biblioteca e Reitoria será parte do anel viário interno do *Campus* que gradativamente vai se delineando; e ainda devido as relações de proximidade a circulação de pedestres e o tráfego de bicicletas serão bastante utilizados” (UnB, 1987, p. 25).

Dentre todos os documentos aqui mencionados, destacamos o de 1987, sendo esse um trabalho resultado de um esforço conjunto entre a equipe de técnicos da Prefeitura do *Campus* e professores da faculdade de Arquitetura e Urbanismo, através do Laboratório Experimental de Arquitetura e Urbanismo – LeAU). Como já exposto nessa dissertação, a ideia da universidade como um “laboratório vivo” para a cidade é reafirmada no trecho a seguir do documento: “Esta forma de atuação busca, através da integração entre órgãos com atribuições diversas, valorizar suas potencialidades enriquecendo o produto final que deverá servir à toda comunidade Universitária” (UnB, 1987, p. 02, grifo nosso).

Ainda em diálogo com o documento de 1987, nele são destacadas, inicialmente, as problemáticas encontradas ao analisar a situação atual do *campus*. O diagnóstico revela “uma série de problemas, vinculados a uma falta de uma estrutura físico-espacial, uma falta de integração e continuidade, uma falta de princípios organizadores de configuração” (UnB, 1987). Acreditamos que, para facilitar a discussão era necessário a ordenação dos problemas, como o agrupamento das mesmas em níveis, como veremos, de forma resumida, na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Níveis de problematização – Resumo do diagnóstico à respeito do campus Darcy Ribeiro em 1987

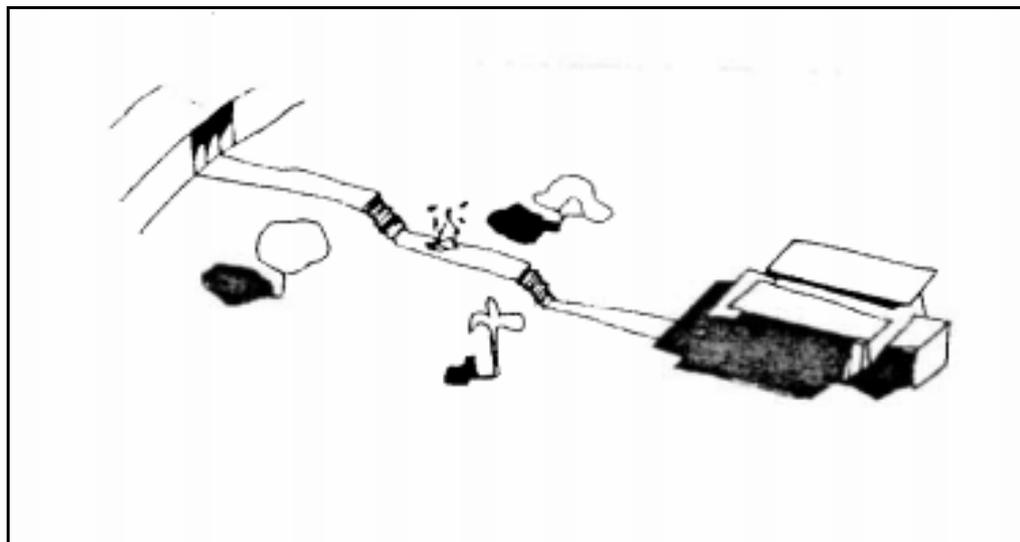
01. O primeiro nível de problematização poderia estar estruturado em torno do conceito de reintrodução de uma estrutura físico-espacial.
02. O segundo nível de problematização giraria em torno de preocupações macro-morfológicas globais, e dos conceitos de segregação social/espacial.
03. O terceiro nível de problematização giraria em torno de preocupações micro-morfológicas, ou de morfologias particulares e/ou específicas, e dos conceitos de temas-base e temas destaque.

Fonte: UnB, 1987. Elaborado pela autora.

O resultado disso é um *Campus* Universitário decorrente da “superposição de diferentes princípios estruturadores, e, como tal, sem uma estrutura (centros, eixos, lugares de encontros, circulações, etc, integrados e sequenciados)” (UnB, 1987). Do ponto de visto macro-morfológico:

“Um modelo funcional simultaneamente rígido e atomizado, onde vai-se a extremos de separação mesmo das atividades mais complementares: é o caso por exemplo da Biblioteca Central, situada distante de todas as áreas acadêmicas, que vêem dificultada a consulta bibliográfica cotidiana; isolada pela monofuncionalidade e pelas grandes distâncias, a conexão entre as diversas atividades é restrita, concentrada em eixos de circulação de automóveis. Os interstícios entre as mesmas são espaços vazios, residuais, com nenhuma possibilidade de indução e permanências e encontros interpessoais: tal situação é incentivada pelo tratamento paisagístico sem sentido microclimático ou intenção de criar lugares de estar: são poucas as áreas sombreadas, configuradas para o lazer, a contemplação e o estudo, seja através de mobiliário urbano, ou de elementos topográficos, vegetais e de revestimentos de piso. É mínima ainda a sua acessibilidade, que por sua localização quer pelas ligações pouco francas” (UnB, 1987, p. 25).

Figura 22 - Desenho do percurso entre ICC Norte e Biblioteca Central



Fonte: UnB, 1987.

Somando às reflexões sobre o diagnóstico feito em 1987 sobre a situação do campus, Cardoso (2019) aponta que no diagnóstico observa-se o acesso principal pela Via L4 Norte dando as costas para a cidade, bem como a promoção de uma integração dependente do automóvel, assim como foi proposto para a cidade de Brasília. A autora conclui, também com base nas leituras dos documentos do CEPLAN, que esses problemas estão relacionados com a falta de estrutura físico-espacial de integração, de continuidade e de princípios organizadores de configuração.

A seguir, veremos as propostas vinculadas aos três níveis de problemáticas expostos acima, também abordado no documento, como proposta de análise/diagnóstico para a situação do *campus* em 1987. Tendo em vista que este trabalho investiga a contribuição do verde no *campus* Darcy Ribeiro, acreditamos que a tabela abaixo, retirada do relatório, nos direcionará quanto à proposta do Cenário Verde desta dissertação.

Tabela 3: Propostas no nível da reintrodução de uma estrutura físico-espacial para o Campus Darcy Ribeiro – 1987

<p>a) Praças: “São ou deveriam ser os espaços convexos que, em função da sua escala, mobiliário urbano, vegetação, etc., propiciem o encontro das pessoas, a troca, promovam o desenvolvimento performático, etc. a partir de uma localização cadenciada ao longo da estrutura em questão”.</p>
<p>b) Ruas: “Os diferentes setores do <i>Campus</i> deveriam ser ligados por caminhos que não se caracterizem como simples canais de circulação, mas também como espaços de encontro e permanência, verdadeiras ruas, no sentido mais rico do termo”.</p>
<p>c) Varandas, marquises e passarelas: “São ou deveriam ser elementos de transição entre os espaços de domínio público (praças e ruas) e os privados das áreas de atividades, constituindo-se potencialmente em importantes componentes da estrutura do <i>Campus</i>, pois criam caminhos sombreados ao longo dos edifícios e se constituem em remansos, onde poderiam se localizar pontos de convívio descontraídos, como cafés, emprestando assim vitalidade à própria praça”.</p>
<p>d) Pátios: “São espaços de uso coletivo, ajardinados e sombreados, contíguos às áreas de trabalho e estudo, constituídos pelos pavilhões pedagógicos e administrativos. Esses pátios seriam destinados aos usuários de cada um dos diversos segmentos do <i>Campus</i>”.</p>
<p>e) Estacionamentos de pequeno porte: “Áreas muito extensas de estacionamentos tornam-se desconfortáveis e afetam negativamente a paisagem e as condições de controle ambiental. Sugere-se que sejam criados mini-estacionamentos próximos aos locais de destino dos usuários. Para fins de dimensionamento dos estacionamentos foi estabelecido, como hipótese de trabalho inicial, a proporção de uma vaga por 10 usuários. Deverão ser localizados de forma a emprestar vitalidade aos principais lugares de encontro sem, entretanto, comprometer a qualidade desses espaços. As áreas arborizadas já existentes poderão ser utilizadas para estacionamentos sombreados”.</p>
<p>f) Pontos Nodais: “A concepção dos espaços de uso público deverá ser associada à distribuição de pontos notáveis de articulação da vida coletiva.</p>

Pontos de encontro, definidos tanto do ponto de vista morfológico quanto distribuição das atividades.

Fonte: UnB, 1987.

Ao que diz respeito à estruturação do sistema paisagístico:

“A área construída do *campus* da UnB restringe-se a uma parcela relativamente pequena de sua área total, apresentando diversificados níveis de tratamento paisagístico que variam desde o tratamento mais elaborado, forrações, arbustos, árvores e palmeiras, até tratamentos mais simples, constituídos apenas por gramados providos ou não de árvores. Em virtude da grande extensão da superfície ajardinada, predomina o tratamento extensivo, muitas vezes com resultado pouco satisfatório em termos de ambientação, que não chega a estimular o uso do espaço externo para atividades de estar, recreação e lazer. Na área não ocupada percebem-se diferentes graus de alteração da paisagem original. Os poucos trechos onde o cerrado foi mantido sem grandes alterações não requerem manutenção, pois a vegetação encontra-se em equilíbrio com o meio; nos trechos alterados, a invasão por gramíneas de alto porte ocorre com grande rapidez no período das chuvas, obrigando roçadas constantes, que alteram ainda mais a forração original” (UnB, 1987, p. 29).

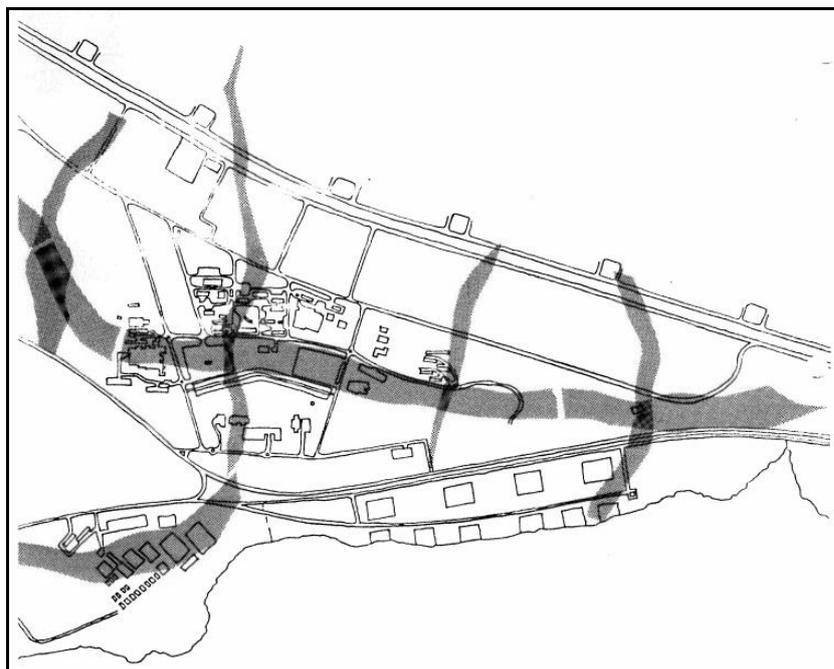
Tendo em vista esses fatos relatados e, mais precisamente, no que diz respeito ao paisagismo do *Campus*, foram estipulados no documento de 1987 algumas diretrizes para o *campus* em questão, como veremos na tabela abaixo (Tabela 4) e na Figura 23:

Tabela 4: Diretrizes paisagísticas para o Campus Darcy Ribeiro – 1987

<p>a) “Elaboração de um inventário das áreas identificando os diferentes tipos de tratamento paisagístico das áreas não ocupadas. Este inventário permitirá a realização de um zoneamento que sirva como orientação para o estabelecimento dos diferentes níveis de manejo e manutenção a serem adotados no <i>Campus</i>, definindo-se inclusive possíveis áreas de preservação.”</p>
<p>b) “Quanto às áreas já ocupadas, cabe um estudo que permita aperfeiçoar o tratamento paisagístico atual, especialmente dos corredores de circulação de pedestres (acessos da L2, acesso ao C.O., etc.), provendo-os de calçadas, árvores, bancos, iluminação, além de criar ou melhoras possíveis locais de estar e lazer ao ar livre adequando-os a diferentes tipos de permanência externa.”</p>

Fonte: UnB, 1987.

Figura 23 - Desenho que ilustra os eixos apontados para as diretrizes paisagísticas – 1987



Fonte: UnB, 1987.

Referente ao nível da morfologia global, relatou-se como propostas dois eixos principais: a integração do *Campus* à cidade e a integração do *Campus* com a si mesmo (o *Campus* como lugar de encontro). Como considerações complementares finais, foram elencados tais pontos a serem considerados no planejamento e na manutenção do *Campus* Universitário:

Tabela 5: Diretrizes complementares finais para o Campus Darcy Ribeiro – 1987

<p>A) Economicidade das redes de infraestrutura e serviços: “Propõe-se, portanto, a inclusão dos custos da infra-estrutura e serviços como um dos parâmetros para a concepção do espaço do <i>Campus</i> e a avaliação do desempenho das soluções estudadas”.</p>
<p>B) Condições de controle ambiental: “A morfologia do <i>campus</i> deverá favorecer a utilização dos fatores climáticos que possam concorrer para a elevação do nível de conforto térmico em todos os edifícios, minimizando a necessidade de utilização de equipamentos mecânicos de climatização”.</p>
<p>C) Distância entre massas construídas: “As massas construídas devem estar distanciadas entre si a ponto de não se localizarem umas nos “pontos de sombra” das outras, do ponto de vista da ventilação natural.</p>

D) Pátios Internos: “Para que os pátios tenham um melhor desempenho ambiental é preciso que suas dimensões sejam compatíveis com a massa edificada que define seu contorno”.
E) Porosidade das massas edificadas: “As massas edificadas referidas nos padrões anteriores devem ser vazadas, o que melhora sensivelmente as condições de ventilação”.
F) Vegetação direcionando a ventilação: “A vegetação, dependendo da sua textura, porte e forma, pode auxiliar significativamente o aproveitamento da ventilação natural, pela criação de cozinhas de alta e baixa pressão. Nos pátios, por exemplo, uma vegetação de copa de copa densa e alta contribuirá para o redirecionamento dos brises”.
G) Projetando para deficientes físicos: “Que a nível dos espaços públicos, que a nível dos edifícios, devem ser previstos detalhes que propiciem a livre utilização de todas as dependências por deficientes físicos”.
H) Crescimento em pequenas parcelas: “A expansão física do <i>Campus</i> corresponderá a uma certa política de expansão de sua população, que certamente se dará através de um incremento gradual, segundo uma taxa a ser estabelecida pela Administração”.
I) Arquitetura de Adições: “Propõe-se que, no decorrer da expansão do <i>Campus</i> , se trabalhe em direção ao que se tem denominado uma arquitetura de adições, de forma a garantir que todo o crescimento se faça de maneira a valorizar a arquitetura existente e no sentido de moldar, gradativamente o sistema de espaços abertos, através do lançamento adequado de novos edifícios, adaptando-se funções supervenientes”.

Fonte: UnB, 1987.

Dessa forma, cumpre-nos enfatizar que as propostas referentes ao Planejamento do Campus Darcy Ribeiro de 1987 e 1988 nos servirão como embasamento teórico-metodológico para as proposições do Cenário Verde proposto neste trabalho.

Abaixo, na Tabela 6, a relação dos mapas que foram explorados a partir deste ponto da dissertação e sobrepostos para configuração dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro;

Tabela 6: Relação dos mapas utilizados para criação dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro

01. Onde vejo o Mapa de Setorização do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN (2000).	Figura 24 - Setorização do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN (2000).	Página 72
02. Onde vejo o mapa de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)	Figura 39 - Mapa de NDVI (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro	Página 85
03. Onde vejo o mapa de Temperatura Superficial (LST)	Figura 40 - Mapa de Temperatura da Superfície do Solo (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro	Página 88
04. Onde vejo o mapa da Área de Estudo	Figura 43 - Área de Estudo do Campus Darcy Ribeiro	Página 96
05. Onde vejo o mapa de Área Construída/Edificações	Figura 44 - Área Construída do Campus Darcy Ribeiro	Página 97
06. Onde vejo o mapa de Vegetação de Floresta/Cobertura Arbórea	Figura 45 - Área de Cobertura Arbórea do Campus Darcy Ribeiro	Página 98
07. Onde vejo o mapa de Solo Exposto	Figura 44 - Área de Solo Exposto do Campus Darcy Ribeiro	Página 99
08. Onde vejo o mapa de Temperatura Superficial (LST) em escala de cores verdes	Figura 46 - Mapa da temperatura da superfície em escala de cores verdes	Página 105
09. Onde vejo o mapa de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) em escala de cores verdes	Figura 47 - Mapa de NDVI em escala de cores verdes	Página 107

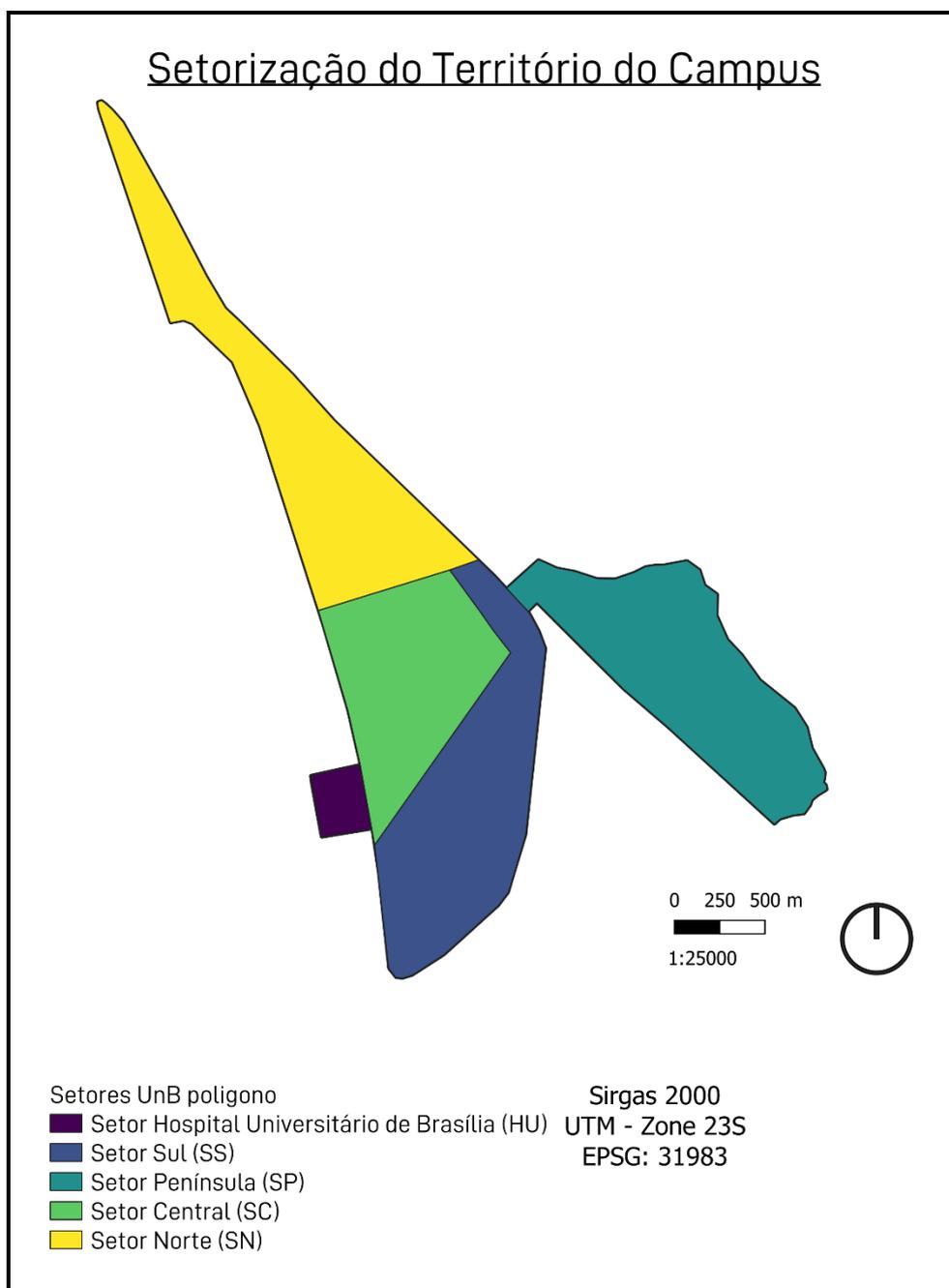
10. Onde vejo o mapa de Mapa de solo exposto em escala de cores verdes	Figura 48 - Mapa de solo exposto em escala de cores verdes	Página 108
11. Onde vejo o Mapa de temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	Figura 49 - Mapa de temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	Página 109
12. Onde vejo o Mapa de NDVI + solo exposto em escala de cores verdes	Figura 50 - Mapa de NDVI + solo exposto em escala de cores verdes	Página 110
13. Onde vejo o Mapa de NDVI + temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	Figura 51 - Mapa de NDVI + temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes	Página 111
14. Onde vejo o Mapa de Cenários Verdes e Recomendações paisagísticas	Figura 52 - Mapa de Cenários Verdes e Recomendações paisagísticas	Página 113
15. Onde vejo o Mapa de Cenários Verdes e Recortes do Google Maps antes das Intervenções propostas	Figura 53 - Mapa de Cenários Verdes e Recortes do Google Maps antes das Intervenções propostas	Página 114
16. Onde vejo Mapa Trilhas do Campus Darcy Ribeiro	Figura 54 - Mapa Trilhas do Campus Darcy Ribeiro	Página 115
17. Onde vejo Mapa Trilhas + Mapa de Edificações + Contorno dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro	Figura 55 - Mapa Trilhas + Mapa de Edificações + Contorno dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro	Página 116
18. Onde vejo o Mapa do Cenário Verde 01 e recomendações	Figura 56 - Mapa do Cenário Verde 01 e recomendações	Página 117
19. Onde vejo o Mapa do Cenário Verde 02 e recomendações	Figura 57 - Mapa do Cenário Verde 02 e recomendação	Página 118

20. Onde vejo o Mapa do Cenário Verde 03 e recomendações	Figura 58 - Mapa do Cenário Verde 03 e recomendações	Página 119
21. Onde vejo o Mapa do Cenário Verde 04 e recomendações	Figura 59 - Mapa do Cenário Verde 04 e recomendações	Página 120
22. Onde vejo o Mapa do Cenário Verde 05 e recomendações	Figura 60 - Mapa do Cenário Verde 05 e recomendações	Página 121

Fonte: Elaborado pela autora.

Prosseguindo alguns anos, deparamo-nos com o documento de 2016, Resolução CAD7, referente à setorização correspondente aos dias atuais e, que será explorada nos mapas de análise presentes neste capítulo.

Figura 24 - Setorização do campus Darcy Ribeiro pelo CEPLAN (2000).



Fonte: UnB, 2016. Editado pela autora.

A Universidade de Brasília possui uma área física de 48.187.459,13 m² onde a área edificada circunda ampla área verde com cobertura vegetal arbórea (nativa e/ou introduzida) e arbustiva ou rasteira (gramíneas), bem como de vários jardins ornamentais. A Área verde contempla: i) áreas de proteção ambiental localizadas nos seus *campi* e na fazenda Água Limpa, assim como o caso do setor Arboreto, cujas atividades principais são voltadas para o ensino, pesquisa e extensão; ii) áreas dos

setores urbanísticos dos *campi* que delimitam as edificações e espaços internos e externos, tais como os jardins e praças, que proporcionam um ambiente agradável para estudos, contemplação e descanso. Para efeitos do referido Plano de Logística Sustentável da UnB (2018), compreende-se áreas verdes nas delimitações das edificações (os jardins) como áreas verdes urbanas, em conformidade com a Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012, art. 3, inciso XX, a saber:

“espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais” (BRASIL, 2012).

Corroborando a Lei nº. 12.651, compreendemos a relevância da área verde no ambiente universitário, visto que ela incentiva a comunidade acadêmica a explorar a relação ecológica com os espaços urbanos. Ademais, as áreas verdes nesse contexto podem se tornar importantes mediadoras para a consecução de políticas de gestão ambiental, bem como suscitar a percepção de valores e práticas voltadas à sustentabilidade.

A fim de ilustrar, apresentamos logo abaixo algumas imagens que elucidam a relação das áreas verdes no Setor Central do *Campus*:

Figura 25 - Área verde gramada com árvores mais espaçadas



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 26 - Área verde no entorno do estacionamento da Biblioteca Central Estudantil



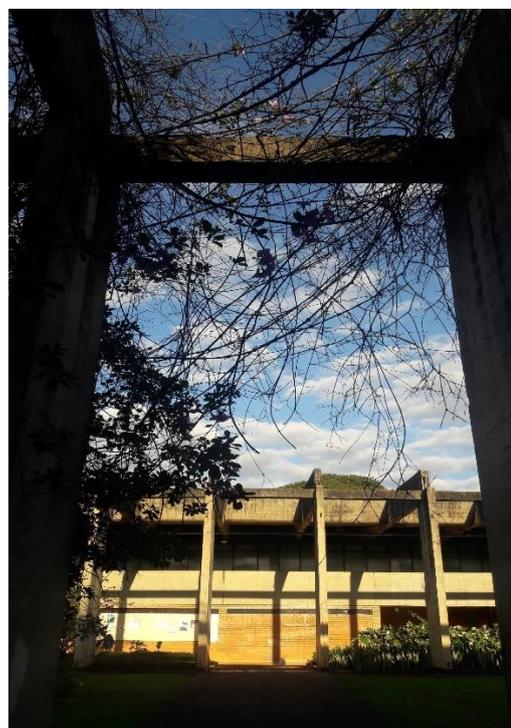
Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 27 - Área verde gramada e Ipê-Rosa, árvore nativa do Cerrado



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 28 - Vegetação pendente no ICC Norte



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 29 - Áreas Verdes gramadas e jardins com arbustos no ICC Norte



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 30 - Áreas Verdes nos átrios das edificações, à exemplo do edifício da Reitora



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 31 - Áreas pavimentadas com golases para árvores



Fonte: Imagem tirada pela autora.

Figura 32 - Caminhos sombreados pelas copas das árvores na entrada principal do ICC Norte



Fonte: Imagem tirada pela autora

Figura 33 - Jardins e canteiros do ICC Norte próximo à Faculdade de Arquitetura



Fonte: Imagem tirada pela autora

Figura 34 - Caminhos gramados entre o ICC Norte e a Biblioteca Central Estudantil



Fonte: Imagem tirada pela autora

A Universidade de Brasília possui um Plano de Logística Sustentável que traz objetivos e metas a serem alcançadas entre 2018 e 2021. No tópico de Áreas Verdes do Plano de Logística Sustentável (2018), possui como objetivo geral “Planejar e implementar ações para ampliar a harmonia entre o uso e a conservação de áreas verdes nos *campi*”. As iniciativas estão abaixo, compiladas na Tabela 7.

Tabela 7: Iniciativas para melhorar a gestão das áreas verdes dos campi no período de 2018 a 2021

I. Implantar sistema de informações georreferenciadas de áreas verdes dos <i>campi</i> , sempre que possível, com identificação dos indivíduos arbóreos;
II. Elaborar os Planos de Arborização e Planos Paisagísticos dos <i>campi</i> ;
III. Implantar normas e procedimentos para gestão de podas, erradicação e plantio de árvores;
IV. Implementar e monitorar os processos de regularização ambiental da UnB;

V. Incentivar a recuperação, restauração, reabilitação e remediação de áreas verdes nos <i>campi</i> ;
VI. Incentivar a instalação de jardins verticais para melhorar o conforto térmico das edificações e contribuir para redução do consumo de energia elétrica;
VII. Implantar jardins com espécies vegetais, de preferência pertencentes ao bioma cerrado, pouco exigente no consumo de água e com qualidade paisagística comprovada;
VIII. Estabelecer mecanismos de controle de irrigação de jardins, inclusive eletrônicos, nos <i>campi</i> ;
IX. Criar protocolos para redução do uso de agrotóxico no controle de pragas em jardins;
X. Implantar modelo de compostagem de material verde e adubação orgânica dos jardins.

Fonte: PLS, 2018, p. 47.

5.2 MATERIAIS

5.2.1 - Sensoriamento Remoto

A revolução representada pelo Google Earth, que em pouco mais de um ano já foi acessado por mais de 200 milhões de pessoas e tornou as imagens de sensoriamento remoto um produto de massa, tem sido acompanhada (e precedida) de outras iniciativas igualmente importantes.

Nesse sentido, deve-se também ressaltar os sistemas de informações geográficas (SIGs), cujos avanços se deram de forma concomitante e estreita à evolução do sensoriamento remoto orbital. A análise integrada de dados de sensoriamento remoto e outras informações temáticas têm possibilitado, entre outros, melhor representação, à escala (e unidades) da paisagem.

5.3 PROCEDIMENTOS

5.3.1 - 1º Ciclo: Construção de um panorama das Teses e Dissertações sobre “Campus Universitário”

O primeiro ciclo foi desenvolvido da seguinte maneira: no primeiro momento, fizemos uma Revisão Sistemática da Literatura a partir de Teses e Dissertações sobre “*Campus Universitário*”. Em um segundo momento depois de estabelecermos a palavra-chave, fizemos um levantamento de pesquisas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e, por fim, averiguamos quais dessas universidades que se encontram em destaque no BDTD, participaram do GMWUF em algum momento.

Como mencionado anteriormente, o 1º Ciclo contou com a revisão da literatura mediante a busca das palavras-chave “*Campus Verde*” e “*Campus Universitário*” em 4 bases de dados – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, o Repositório da Universidade de Brasília, o Periódicos Capes e o *Google Scholar*. A única restrição para essa primeira etapa da busca foi o período considerado, sendo ele de 2010 a 2020. A seguir, apresentamos a Tabela 8 com os resultados encontrados na etapa 01 da Coleta de dados 01.

Tabela 8: Bancos de dados onde foram realizadas as buscas pelas palavras-chave “Campus Universitário” e “Campus Verde”.

"Campus Universitário"							
BASE DE DADOS	DATA	PERÍODO	ARTIGO	DISSERTAÇÃO	TESE	OUTROS	TOTAL
BNTD	13/11/2020	2010-2020	0	552	141	0	693
Repositório UnB	13/11/2020	2010-2020	10	69	25	7	111
Periódicos Capes	13/11/2020	2010-2020	19.333	0	1	150	19484
Google Scholar	13/11/2020	2010-2020	23.3	0	0	0	23300
TOTAL =							43588
"Campus Verde"							
BASE DE DADOS	DATA	PERÍODO	ARTIGO	DISSERTAÇÃO	TESE	OUTROS	TOTAL
BNTD	25/04/2020	2010-2020	0	245	89	0	334
Repositório UnB	25/04/2020	2010-2020	15	367	188	1	571
Periódicos Capes	25/04/2020	2010-2020	2.993	0	0	349	3342
Google Scholar	25/04/2020	2010-2020	292	0	0	0	292
TOTAL =							4539

Fonte: Elaborado pela autora.

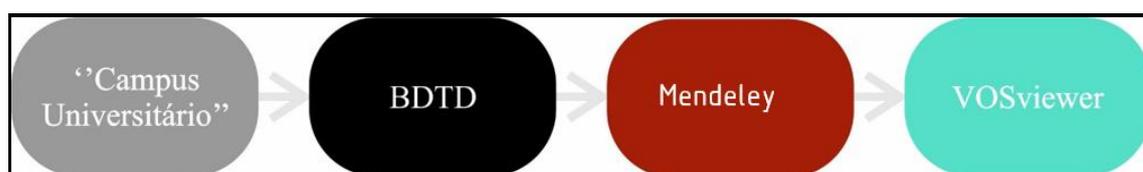
5.3.1.1 - Seleção da palavra-chave “Campus Universitário” e do banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

A segunda etapa da coleta de dados 01 inicia-se a partir do estabelecimento da palavra-chave “*Campus Universitário*”, a fim de darmos continuidade ao nosso estudo. De acordo com os dados coletados na Etapa 01, a palavra-chave “*Campus Universitário*” totalizou 43.588 pesquisas, sendo mais de 39.000 produções científicas a mais que “*Campus Verde*” – que já reduz a temática da busca em apenas 4.539

produções. Por uma hipótese de interseção, onde as pesquisas encontradas em “*Campus Universitário*” podem englobar as pesquisas de “*Campus Verde*”, mas as de “*Campus Verde*” não englobam as de “*Campus Universitário*”, definiu-se pela opção que abrangeria mais pesquisas.

Em seguida, definimos um único banco de dados, o da BDTD¹⁴, por listarem apenas dissertações e teses, sendo esses os níveis de pesquisas desejados para o nosso trabalho. Dessa maneira, iniciamos essa etapa inserindo a palavra-chave no campo de busca do site da BDTD e, em seguida, transpomos os arquivos selecionados para um documento *Microsoft Word 2013* de forma individual para, enfim, serem salvos no formato .PDF. O conteúdo copiado continha: título do trabalho, nome do autor e palavras-chave. Os arquivos em formato .PDF foram importados para o gerenciador de pesquisas e de produções acadêmicas, o *Mendeley* e, em seguida, em etapa final, importados para o *software Vosviewer*. No *Vosviewer* foi possível produzir um mapa das palavras-chave mais citadas nos arquivos selecionados, possibilitando uma análise de assuntos, palavras-chaves e autores, encontrado a partir desta coleta de dados. Por fim, concernente a essa etapa, torna-se necessário ressaltar algumas particularidades e ressalvas, bem como o passo a passo, a fim de facilitar a compreensão do leitor, como apresentamos no esquema Figura 35 a seguir.

Figura 35 - Esquema da etapa de levantamento dos dados na BDTD até a produção do mapa das palavras-chave no software VOSviewer.



Fonte: Elaborado pela autora.

No que se refere às particularidades e ressalvas sobre a Etapa 02, mencionadas anteriormente, identificamos que, por meio da busca pela palavra-chave “*Campus Universitário*”, encontramos 808 produções científicas, enquanto que por meio da busca pela palavra-chave “*Campus Universitário*”, com restrição ao título, encontramos 58 produções científicas, sendo 54 dissertações de mestrado e 4 teses

¹⁴ A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) integra e dissemina, em um só portal de busca, os textos completos das teses e dissertações defendidas nas instituições brasileiras de ensino e pesquisa. O acesso a essa produção científica é livre de quaisquer custos. O endereço eletrônico para acesso é www.bdttd.ibict.br.

de doutorado. Após refinarmos a busca para produções datadas entre os anos 2010 e 2020 (o que resultou em 48 pesquisas), filtramos as produções somente em língua portuguesa. Sendo assim mediante a esse último filtro, além disso, a busca foi refinada para produções entre 2010 e 2020, sendo assim reduzidas a 48 pesquisas. A busca foi filtrada para produções em português, por fim, foram considerados 24 dissertações de mestrado e 1 tese de doutorado – presente no capítulo seguinte de resultados.

É necessário ressaltar ainda algumas limitações encontradas e as soluções adotadas:

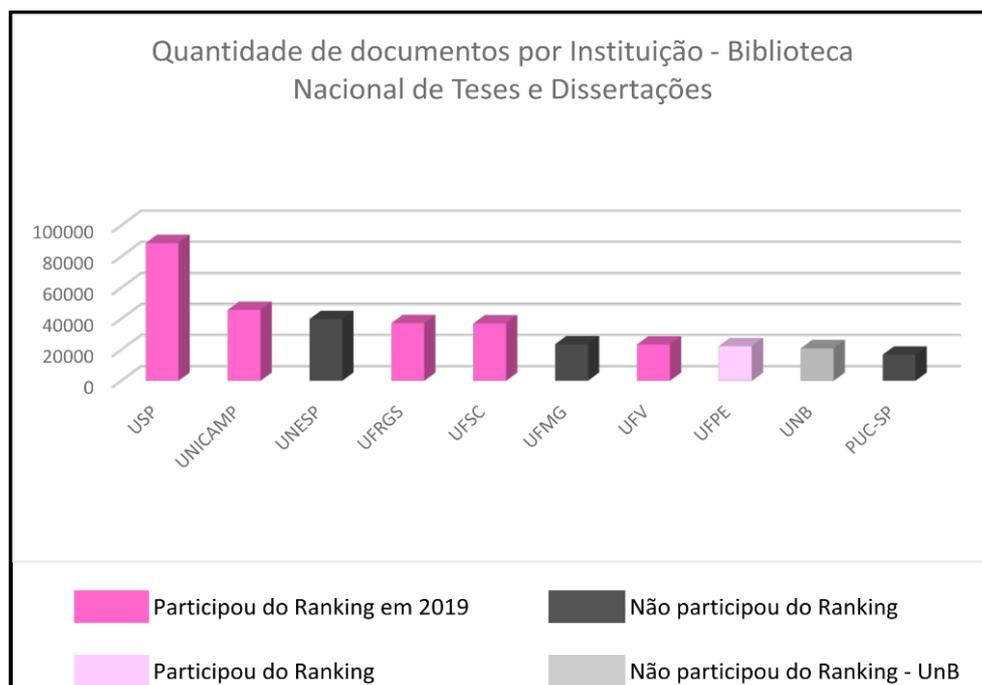
- Quando a palavra-chave fosse “Câmpus”, consideramos “*Campus*”;
- Quando a palavra-chave fosse “Câmpus Universitário”, consideramos “*Campus Universitário*”;
- Quando a palavra-chave fosse “Universidade”, consideramos “*Campus Universitário*”;
- Quando a palavra-chave fosse “*Campi* Universitários”, consideramos “*Campus Universitário*”;
- No arquivo intitulado de “2013 – PESQUISA 06” a pesquisa não possuía palavras-chave, logo, estabelecemos as palavras do título como “Redes coletoras”; “Avaliação ecotoxicológica”; “*Campus Universitário*”; “Área Urbana”;
- A produção intitulada de “2013 – PESQUISA 09 - REPETIDO”, a mesma produção do arquivo “2013 – PESQUISA 06”, apareceu na busca duas vezes, portanto, consideramos apenas uma vez. O arquivo .PDF foi salvo sem conteúdo e diferenciado dos demais;
- Foi incluída em todas as produções a palavra-chave “*Campus Universitário*”.
- Após a organização dos arquivos em formato PDF, inserimos as 47 pesquisas na pasta criada no Mendeley, intitulada “*Campus Universitário – PPG’s Brasil*” – facilitando o acesso à busca quando necessário.

5.3.1.2 - Tabulação entre as Universidades em destaque na BDTD com mais pesquisa na área e a participação no ranking Green Metrics

A terceira etapa da Coleta de dados 01 refere-se à tabulação entre a relação das universidades em destaque no BDTD com mais pesquisas na área sobre “*Campus Universitário*”, além de sua participação no ranking *Green Metrics*. Através da escolha da BDTD como fonte de pesquisa, é possível identificar a quantidade de

documentos por instituição presente no banco de dados. Assim, foi possível relacionar as instituições que participaram do *GMWUR* em algum momento e, especificamente, no último ano – 2019 e, as que não participaram em nenhum momento (Gráfico 2).

Gráfico 2: Quantidade de documentos por Instituição na Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações relacionado ao Green Metrics World University Ranking.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na busca realizada, identificamos 25 repositórios (Figura 36) sendo apenas 9, das 25 universidades presentes nessa pesquisa, participantes do ranking *Green Metrics*.

Figura 36 - Número de pesquisas distribuídas por repositórios.

USP = 8	UFSC = 7	UFRGS = 4	UFSM = 4	UFC = 4
UFPB = 4	UFMT = 3	UFPE = 3	UNESP = 3	UFV = 2
UEM = 1	UEL = 1	UFAM = 1	UFCG = 1	UFTM = 1
UNINOVE = 1	UNIOESTE = 1	UFMG = 1	UFT = 1	UNIFEI = 1
UNIPAMPA = 1	UNISINOS = 1	UNITAU = 1	UNB = 1	UNICAMP = 1

● Participantes do ranking Green Metrics ● Universidade de Brasília

Fonte: Elaborado pela autora.

5.3.2 – 2º Ciclo: Definição da interseção da pesquisa com o questionário do Green Metrics

O 2º ciclo foi feito em três momentos, a saber: primeiramente, definimos a interseção da pesquisa com o questionário do *Green Metrics* do ano de 2020, de acordo com os critérios abordados pelo ranking; em seguida, fizemos um mapeamento do Espaço Construído e do Verde do *campus* e suas respectivas áreas e, por fim, aplicamos os critérios selecionados.

A definição dos critérios selecionados do *Green Metrics* partiu do entendimento do conceito e da definição de “dimensão verde” abordado na Revisão de Literatura dessa dissertação. Com base nisso, compreendemos que a categoria de Definições e Infraestrutura do *Green Metrics* aborda critérios específicos acerca da temática e, através do software QGIS 3.10.11, como visto anteriormente, foi possível quantificar as áreas solicitadas, bem como identificar através de mapas seus limites, como será exposto nos produtos a seguir.

Figura 37 - Descrição dos critérios de Definições e Infraestrutura do Green Metrics

DI1: A proporção da área de espaço aberto para a área total
DI2: Área total no <i>campus</i> coberta por vegetação de floresta
DI3: Área total no <i>campus</i> com cobertura vegetal
DI4: Área total no <i>campus</i> para absorção de água além da área de vegetação de floresta e cobertura vegetal
DI5: A área de espaço aberto total dividido pela população total do <i>campus</i>
DI6: Porcentagem do orçamento da universidade para esforços de sustentabilidade dentro de um ano

Fonte: Elaborado pela autora (*Guideline Green Metrics*, 2020).

Ademais, veremos logo a seguir a Figura 38 enviada para as universidades participantes pela comissão organizadora do *Green Metrics* do ano de 2020, de acordo com o *Guideline*¹⁵. Ela foi alterada com a finalidade de relacioná-la com o verde enquanto “área de vegetação”, “espaço vegetado”, “área permeável” ou “área preservada”. Dessa forma, classificamos item por item, como Relação Total (verde

¹⁵ Ver as tabelas originais em *Anexos*.

escuro), Relação Parcial (verde claro) e Sem Relação (cinza). Segue abaixo a classificação identificada para o Critério de Definições e Infraestrutura.

Figura 38 - Definições e Infraestrutura aplicada à essa pesquisa.

N°	CRITÉRIO	PONTUAÇÃO	PESO
1	Definições e Infraestrutura (DI)		15%
DI1	A proporção de área de espaço aberto para área total	300	
DI2	Área total no campus coberta por vegetação da floresta	200	
DI3	Área total no campus coberta em plantada	300	
DI4	Área total no campus para absorção de água além da floresta e plantada	200	
DI5	A área de espaço aberto total dividida pela população total do campus	300	
DI6	Porcentagem do orçamento da universidade para esforços de sustentabilidade dentro de um ano	200	
	Total	1500	

 Total  Parcial  Sem relação

Fonte: Elaborado pela autora.

Em diálogo com a nossa pesquisa, o critério Definições e Infraestrutura, presente na Figura 38, se relaciona diretamente com o nosso estudo, logo, consideramos todos os seus subitens como “Relação total” ao recorte proposto Vegetação.

Por outro lado, os critérios de Energia e Mudanças Climáticas, Desperdício e Água, respectivamente, não possuem relação direta com o tema dessa pesquisa de dissertação.

Quanto ao critério de Transporte, faz-se necessário ressaltar as áreas construídas dos estacionamentos, pela pavimentação e solo impermeável gerado. Porém, para a simulação da pontuação do *Green Metrics* não foi considerado esse critério, pois não discutiremos nessa dissertação as áreas de estacionamento do *Campus Darcy Ribeiro* nas análises dos resultados quantitativos.

No último critério, Educação e pesquisa, embora todos os itens sejam considerados pertinentes para a pesquisa de *campus* sustentáveis, ele não se relaciona com a definição dada para as áreas verdes dos campi, sendo esta área física e mensurável. Por este motivo, também não foi considerado este levantamento de dados para esta pesquisa de dissertação

5.3.3 - 3º Ciclo: Mapeamento LST, NDVI e de Vegetação Arbórea do Campus Darcy Ribeiro

A imagem utilizada do satélite Landsat8 pertencente à Órbita 221 Ponto 071 foi capturada no dia 25 de abril de 2019, às 10:14:06 (GMT-3) horas. Cabe salientar que,

a data foi selecionada com o intuito de escolher imagens que possuíssem menos de 10% de sua área coberta por nuvens. Ademais, o intervalo temporal de passagem do satélite Landsat8 pelo mesmo ponto (resolução temporal) é de 16 dias.

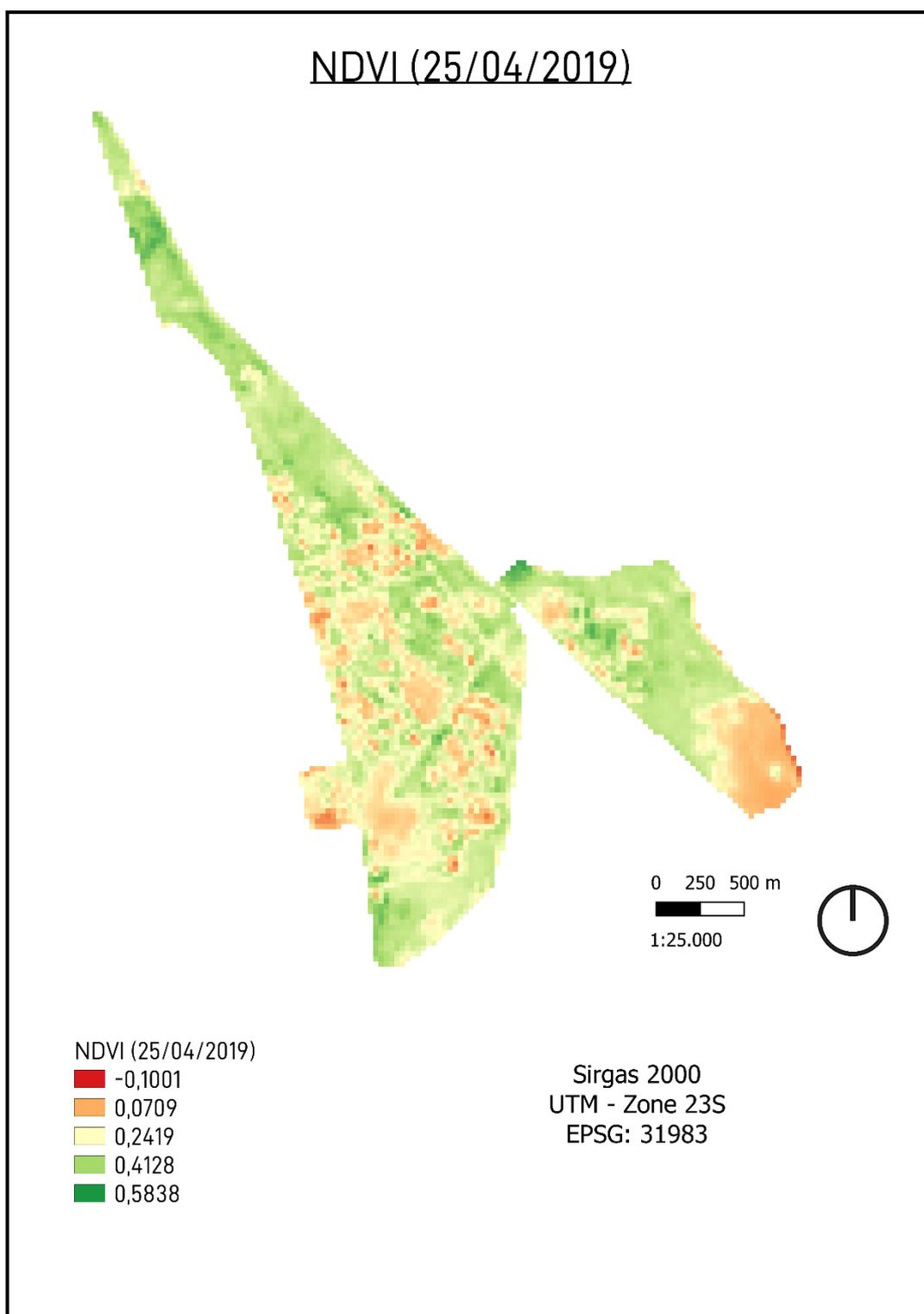
O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é uma medida radiométrica adimensional utilizado para avaliar a presença e densidade da cobertura vegetal, sobretudo das copas de árvores. Isto é, seus valores indicam a abundância relativa, a atividade de vegetação verde e a radiação fotossinteticamente ativa. Seu valor varia obrigatoriamente de -1 a 1 e, quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura da vegetação na área. Valores próximos a zero, ou abaixo de zero, sugerem a presença de áreas desmatadas ou cobertas por água (NDOSSI e AVDAN, 2016).

O valor de NDVI é estimado em função da equação (1), que representa a razão simples entre as bandas do infravermelho próximo (NIR) (Banda 05) e vermelho (Banda 04) (R) (JENSEN, 2009).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (1)$$

Para produzir a imagem se utiliza a ferramenta “calculadora raster” nativa do QGIS, onde é possível selecionar os arquivos TIFF das bandas desejadas, além de operacionalizar seus valores numéricos em alguma fórmula específica. Dessa maneira, chega-se ao resultado da operação em uma nova imagem com os valores calculados, os quais indicam, no caso, os valores numéricos de cada pixel, além do índice de vegetação da diferença normalizada.

Figura 39 - Mapa de NDVI (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Software QGIS. Elaborado pela autora.

Como podemos ver acima, na Figura 39, o mapa de Temperatura da Superfície do Solo (*Land Surface Temperature - LST*) pode ser produzido de maneira manual

seguindo uma sequência de operações na ferramenta “*calculadora raster*” nativa do Software QGIS, ou por meio de plugins, como o NITK RS&GIS versão 1.17.

As equações e a lógica para produção da informação de temperatura na superfície do solo segue a sequência seguinte: (Refletância planetária ao topo da atmosfera ToA) -> (Temperatura de Brilho – BT) -> (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI) -> (Proporção de Vegetação – Pv) -> (Emissividade de superfície - ϵ) -> LST.

A refletância planetária ao topo da atmosfera (Top of Atmosphere - ToA) foi obtida a partir dos valores de radiância que, por sua vez, são alcançados através da conversão direta do Digital Number - DN pela equação abaixo, a qual foi aplicada na calculadora de imagens raster.

$$\text{ToA} = (M_p * Q_{cal} + A_p) / \sin(\theta E) \quad (3)$$

Q_{cal} corresponde a imagem em Digital Number – DN (Banda 10), e M_p e A_p são dados de pré-lançamento do satélite, os quais têm os valores encontrados no arquivo de metadados da imagem. A elevação solar (θE) também foi adquirida em valores inseridos nos metadados da imagem. O valor da refletância ToA é dado em (Watts). Obtidos os valores de ToA, processamos os valores para geração da imagem Temperatura de Brilho (Brightness Temperature - BT) através da fórmula 4, onde K_1 e K_2 são constantes específicas da imagem os quais poderão ser encontrados no arquivo de metadados da imagem:

$$\text{BT} = ((K_2 / (\ln(K_1 / \text{ToA})) + 1)) - 273 \quad (4)$$

Após a obtenção da imagem BT, passamos agora para o processamento da imagem de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). O valor de NDVI varia de -1 a 1 e, é estimada em função da equação (5), que representa a razão simples entre as bandas do infravermelho próximo (NIR) (Banda 05) e vermelho (Banda 04)(R) (JENSEN, 2009).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (5)$$

Concluída a obtenção da imagem NDVI, foi necessário, então, obter a imagem de Proporção de Vegetação (Pv), a qual é alcançada pela equação (6).

$$Pv = [(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})] \quad (6)$$

A emissividade (ϵ) de superfície é determinada com base na Proporção de Vegetação (Pv) (NDOSSI e AVDAN, 2016) e, é definida pela equação (7).

$$\epsilon = 0.004 * Pv + 0.986 \quad (7)$$

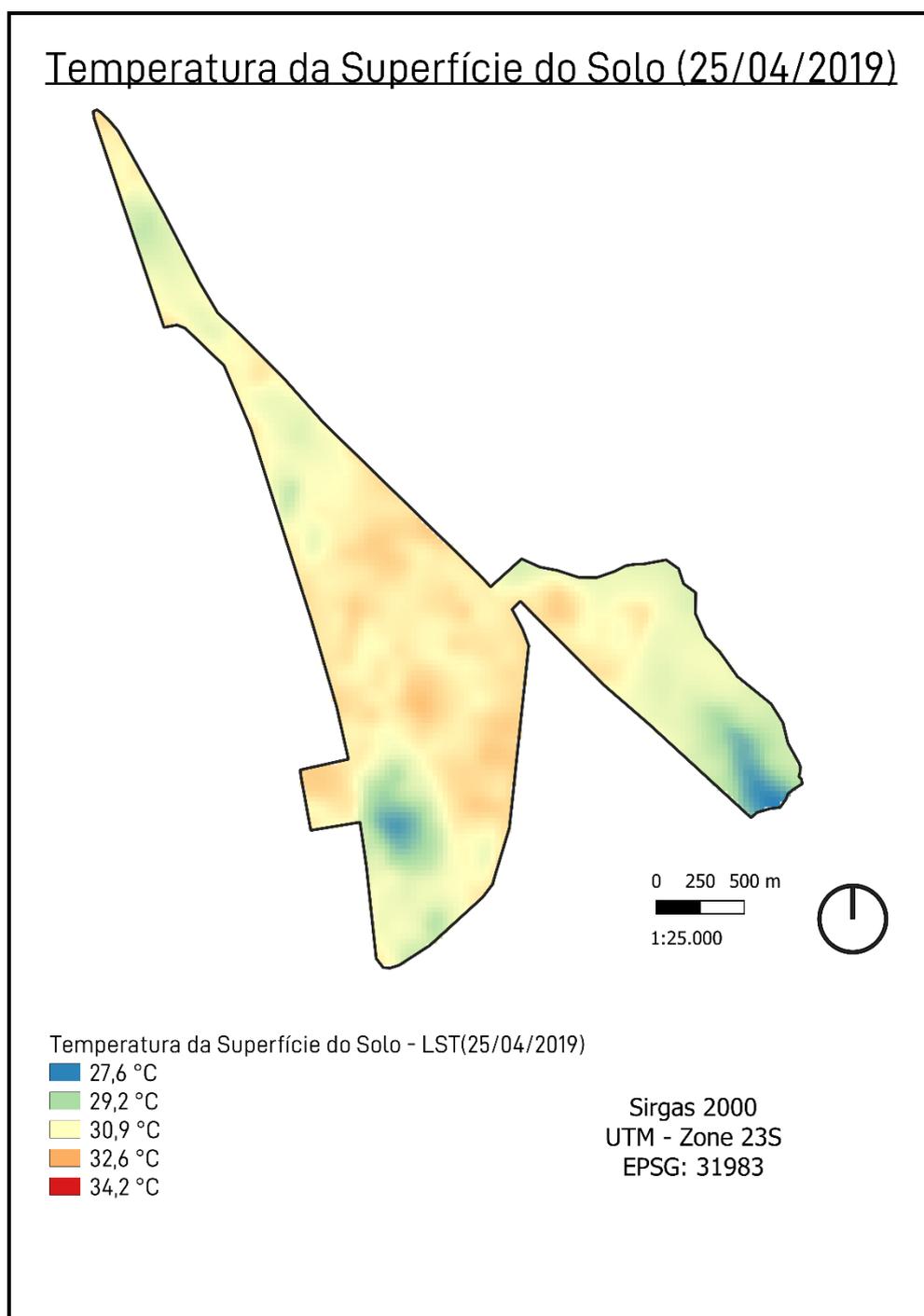
De acordo com Godoy, Baptista & Almeida (2009), os valores de NDVI negativos podem significar perturbações de nuvens na atmosfera; já os valores próximos de zero, podem representar solo exposto ou sem vegetação, enquanto que os valores maiores que zero, representam a existência de vegetação. Ou seja, compreendemos que, quanto maior for o valor do NDVI, maior incidência do verde.

Por fim, obtivemos o valor de LST utilizando a equação (8) na calculadora de raster, a qual apresentou resultados numéricos em ° C.

$$LST = (BT / (1 + (0.00115 * BT / 1.4388) * \ln(\epsilon))) \quad (8)$$

Para produzir a imagem de temperatura da superfície do solo através do plugin NITK RS&GIS, é necessário baixa-lo no banco de complementos disponíveis no software QGIS e, selecionar as bandas que servirão de base de dados, além do arquivo de metadados. Em seguida, é preciso selecionar o produto desejado, o qual processará as informações e entregará a imagem final processada com a temperatura final indicada em cada pixel em graus Celsius.

Figura 40 - Mapa de Temperatura da Superfície do Solo (25/04/2019) do Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Software QGIS. Elaborado pela autora

Diante do exposto, passaremos, a seguir, ao capítulo “As áreas verdes do campus Darcy Ribeiro”, onde apresentaremos os resultados encontrados, bem como suas respectivas análises e discussões.

6 - AS ÁREAS VERDES DO CAMPUS DARCY RIBEIRO

Este capítulo está organizado em três tópicos referentes aos resultados encontrados e suas respectivas análises e discussões.

No primeiro tópico, “*Pesquisas científicas desenvolvidas sobre campus sustentável*” discorreremos acerca das teses e dissertações concernentes o estudo do campus universitário sustentável, sendo uma delas sobre o próprio campus Darcy Ribeiro e vinculado ao programa de pós-graduação ou, outro estudo genérico com foco nos estudos dos critérios estabelecidos pelo *Green Metrics*.

No segundo tópico, “*Green Metrics aplicado ao Campus Darcy Ribeiro*”, apresentamos a inserção da Universidade de Brasília, representada pelo *Campus Darcy Ribeiro*, no ranking do *Green Metrics*, com os dados obtidos do ano de 2019 das universidades brasileiras participantes sob o critério de “Definições e Infraestrutura”, estipulado no capítulo anterior.

No terceiro tópico, “*Os Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro*”, exporemos mapas para análise e discussão na escala de cores verdes. Demonstraremos, a partir junção das “camadas isoladas” dos mapas de NDVI, LST, Vegetação Arbórea e Solo Exposto, uma proposta de Cenário Verde, com base nas propostas para o *campus* em 1987 e o Plano de Logística Sustentável de 2018.

6.1 - Pesquisas científicas desenvolvidas sobre “campus sustentável”

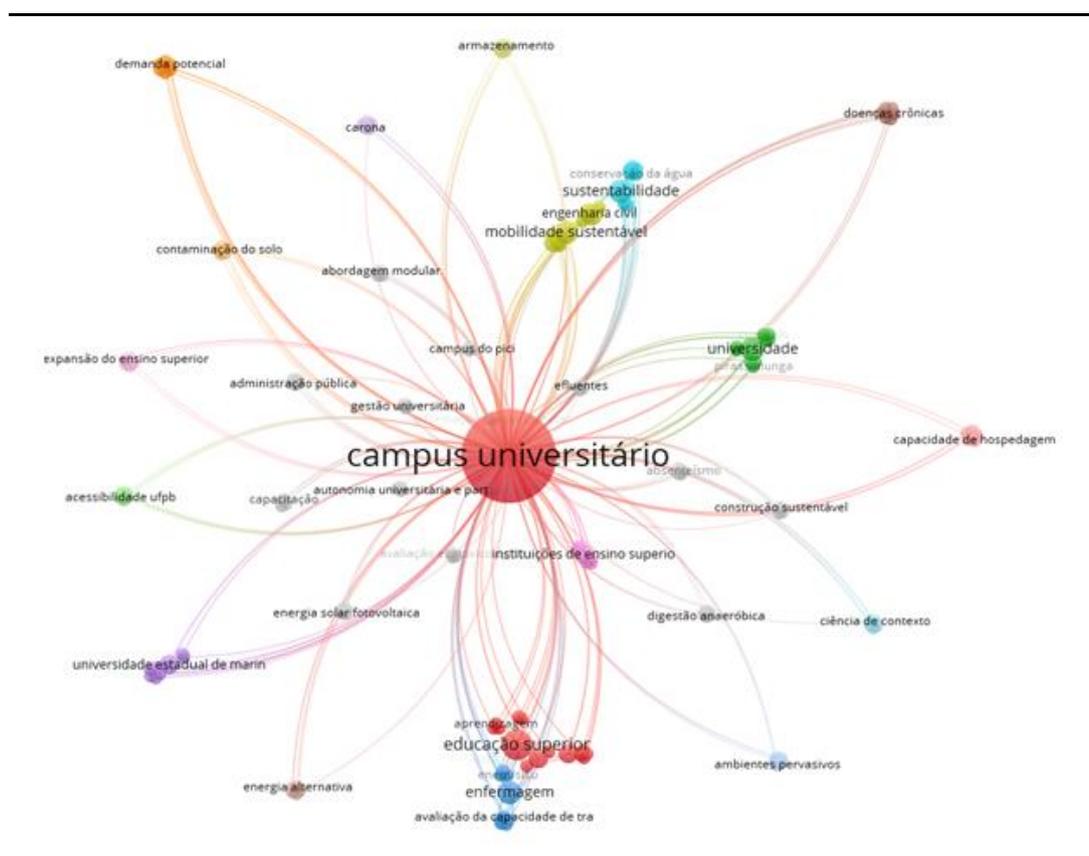
Os primeiros resultados obtidos puderam ser observados por meio dos mapas gerados pelo software *Vosviewer*. Esse programa nos permitiu a visualização simplificada e objetiva das produções selecionadas por meio das palavras-chave por nós definidas.

Com base na Figura 41, é possível identificarmos os eixos temáticos discutidos nos programas de pós-graduação em escala nacional e estabelecer algumas análises. Dessa maneira, acreditamos que o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas tendo como estudo de caso o próprio *campus* universitário:

- Promovem o desenvolvimento do mesmo proporcionalmente;

- Permitem o contato direto da comunidade acadêmica com suas produções, promovendo mais incentivo às pesquisas científicas;
- Permitem a execução das pesquisas acadêmicas na cidade universitária;
- Promovem mudanças na cidade universitária considerando esta como um protótipo em menor escala da cidade.

Figura 41 - Mapa output software Vosviewerr da Busca 01 no banco de dados da Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda referente ao Mapa output acima, observamos que o tamanho das esferas e a intensidade da cor das palavras-chave mais citadas nas produções científicas indicam menção ao tema “Campus Universitário”, a saber: educação superior, universidade, mobilidade sustentável, engenharia civil e sustentabilidade. Ademais, compreendemos que as palavras menos citadas correspondem a temas específicos, como: digestão anaeróbica, conservação da água, carona, doenças crônicas, acessibilidade UFPB, energia alternativa, entre outros.

Com o objetivo de organizar a análise dos resultados, elaboramos uma tabela geral composta por todas as dissertações e teses selecionadas para leitura, levando em conta os critérios adotados nessa pesquisa:

1. Título do trabalho;
2. Nome do autor(a);
3. Ano de defesa e Dissertação ou Tese;
4. Programa de pós-graduação - Universidade e
5. Seleção de um ou mais critérios abordados que o autor tenha discutido ao longo de sua produção, como veremos a seguir.

Figura 42 - Levantamento e análise dos títulos e resumos das produções com base nos critérios do Green Metrics

	1	Campus universitário como laboratório vivo para sustentabilidade: Proposição de critérios analíticos	PANTALEÃO, C.C. 2017	Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis - UNINOVE		
	2	Análise de variáveis da qualidade de vida em câmpus universitários: Um estudo de caso	MELLO, J. M. 2012	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - UEM		
	3	Potencial de transferência de um índice de mobilidade sustentável para campus universitário	TAN, F. M. 2018	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes - USP		
	4	Carona dinâmica como medida de mobilidade sustentável em Campus universitário	SILVA, L. A. S. 2017	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFPE		
	5	Análise de irradiação solar em um campus universitário no sul do Brasil	MARTINI, L. E. 2019	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFSM		
	6	Estudo do processo de tratamento de resíduos sólidos orgânicos do restaurante universitário da UFPPB - Campus I	ANDRADE, R. W. N. 2015	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPPB		
	7	Diretrizes estratégicas para mobilidade sustentável em campi universitários: Campus Recife da UFPE	MELO, S. R. 2018	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFPE		
	8	Dinâmica da contaminação por efluente sanitário em área de um campus universitário	ARAÚJO, R. K. 2013	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFSM		
	9	Eletrodíálise como tratamento terciário em uma estação de tratamento de efluentes de um Campus Universitário visando o reúso de água	ALBORNOZ, L. L. 2017	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais - UFRGS		
	10	Mapeamento colaborativo online como subsídio para a gestão ambiental de um campus universitário	EVANGELISTA, A. N. A. 2017	Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFC		
	11	Ações socioambientais no espaço universitário: uma análise sobre a percepção da comunidade acadêmica do Campus da UFSM/Palmeira das Missões RS	ASSUNÇÃO, V. J. 2016	Programa de Pós-Graduação em Administração - Mestrado Profissional em Gestão de Organizações Públicas - UFSM		
	12	Avaliação ecotoxicológica de esgotos de redes coletoras de um campus universitário e da área urbana da cidade de Viçosa-MG e sua influência na qualidade dos corpos receptores	AQUINO, D. S. 2013	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFV		
	13	Metodologia para análise da viabilidade técnica e econômica da aplicação de geração distribuída em um campus universitário	BRAUNSTEINS, M. H. G. 2016	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - UNIPAMPA		
	14	Uso eficiente de água em campus universitário: o caso da Universidade Federal de Campina Grande	GOMES, V. L. 2013	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFCG		
	15	Avaliação de um sistema de tratamento de águas cinzas em edificação de campus universitário	CHRISPIM, M. C. 2014	Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública - USP		
	16	Demanda potencial para um sistema de compartilhamento de bicicletas pedestres: o caso de um campus universitário	CADURIN, L. D. P. 2016	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes - USP		
	17	A Busca por Mobilidade e Acessibilidade Seguras e Inclusivas em Campi Universitários: o Caso do Campus Joaquim Amazonas da UFPE	CADENA, R. P. 2017	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas - UFPE		
	18	Proposta de gestão ambiental para o Campus Universitário do Pici da Universidade Federal do Ceará	GOMES, M. R. M. 2014	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFC		
	19	Simulação Computacional como ferramenta de auxílio ao projeto: Aplicação em edifícios naturalmente ventilados no clima de Natal/RN	TRINDADE, S. C. 2006	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN		
	20	Campi Universitários: Desenvolvimento de suas estruturas espaciais	RIBEIRO, A. L. 2008	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Mackenzie		
	21	Transporte não motorizado: O uso da bicicleta e seu potencial no entorno da Universidade Federal do Amazonas - UFAM	NERI, H. C. F. R. 2015	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFPA		
	22	Estratégias de ventilação natural e sua influência na renovação do ar em uma edificação hospitalar. Antiprojeto de um novo ambulatório para o Hospital Universitário Onofre Lopes.	CLEMENTE, F. F. T. 2017	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente - UFRN		
Tese	23	A qualidade ambiental de espaços livres em campi: Um estudo na UFPPB e UFRN sob a ótica da Avaliação Pós-Ocupação	SARMENTO, B. R. 2017	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN		
	24	A emergência do conceito de universidade verde na UFSM, Campus Frederico Westphalen	KEMPKA, S. B. 2016	Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão de Organizações Públicas - UFSM		
	25	Análise dos parâmetros de sustentabilidade em dois campi de universidades federais: UNIFESP e UFSCar	RODRIGUES, S. C. 2018	Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental - UFSCar		

Tese de doutorado

Universidade participante do Green Metrics World University

Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa nos permitiu compreender que o tema “desenvolvimento sustentável” por meio do “*campus verde*” é fruto de pesquisas dos PPGs da área de Engenharia. Das 25 produções científicas encontradas, 14 são de programas de Pós-Graduação da área de Engenharia¹⁶ –, o que representa a maioria de 56 % das publicações. Os programas de pós-graduação em Arquitetura, incluindo áreas correlatas, como Cidades Sustentáveis e Sustentabilidade e Gestão Ambiental, representam o total de 28 % das publicações e, os 16 % restantes, são dos PPGs de Geografia e Gestão Pública e Saúde.

Quanto aos critérios do *Green Metrics World University Rankings*, os assuntos mais relevantes das publicações estão relacionados à área de Transporte (32%). A área de Energia e Mudanças Climáticas e Água representam 28% cada; Configuração e Infraestrutura e, Educação e Pesquisa, são 24% cada e, por fim, assuntos relacionados à resíduos são 8% das publicações. Isso significa que os temas relacionados ao destino de resíduos foram poucos explorados na academia e questionamos a necessidade de fazê-lo.

Além disso, o panorama apresentado nos revela que as pesquisas realizadas nos programas de Pós-Graduação contribuem para o desenvolvimento tecnológico e sustentável dos *campi* universitários, compreendendo o espaço do *campus* como local multidisciplinar, onde a arquitetura, a engenharia e a geografia dialogam. Conclui-se que a temática de transporte predomina dentre as produções científicas relacionadas ao tema, bem como os PPGs das áreas de Engenharia. Entretanto, cabe-nos mencionar que não foi feita uma ponderação por número de trabalhos defendidos em todos os programas, o que pode ser apontado como trabalhos futuros.

Com relação a dissertação em destaque "Proposta de gestão ambiental para o *Campus* Universitário do Pici da Universidade Federal do Ceará", é válido destacar o seu objetivo geral: "Propor um modelo de Gestão Ambiental para o *Campus* Universitário do Pici da UFC, considerando as ações ambientais nas áreas de Ensino, Extensão, Pesquisa e as atividades administrativas e operacionais realizadas no *Campus* visando a melhoria ambiental contínua e a qualidade de vida da comunidade universitária."

Com relação às pesquisas sobre o *Campus* Universitário Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília, podemos citar alguns trabalhos, sendo três teses de

¹⁶ Como, por exemplo, Engenharia Civil, Ambiental, Urbana, Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas, Minas, Metalúrgicas e Materiais e Elétrica.

doutorado e uma dissertação de mestrado, apresentados na Tabela 9. E, especificamente sobre os edifícios do *Campus* Universitário Darcy Ribeiro, há a publicação Registro Arquitetônico da Universidade de Brasília.

Tabela 9 - Pesquisas desenvolvidas sobre os edifícios do Campus Universitário Darcy Ribeiro

Pesquisa/Ano	Unidade Acadêmica	Objetivo Geral
Formalizando o Ensino Superior na Década de 1960: a cidade universitária da UnB e seu projeto urbanístico (KLAUS, C. A. 2008).	Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo – PPG-FAU-UFRJ	A partir de estudos sobre a memória do campo científico e educacional no Brasil, apontar e analisar suas irrefutáveis ligações com as questões de natureza arquitetônica e urbanística e vice-versa. Abordar o campo da arquitetura e do urbanismo, através do caso específico das cidades universitárias, sob novas bases comparativas que permitam melhor situar as singularidades do pensamento e prática do Brasil em relação à América Latina, Europa e Estados Unidos.
Ceplan: 50 anos em 5 tempos (CAVALCANTE, N. 2015).	Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo – PPG-FAU-UnB	Demonstrar a história do CEPLAN e sua importância e grandeza como patrimônio da Universidade de Brasília e do país, analisando sua produção arquitetônica referente a cada período vivenciado na atuação do mesmo.
Os primeiros mestrados da FAU-UnB: de um passado	Tese de doutorado em Arquitetura e	Propor o estudo do período inicial do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade de Brasília, tendo como

que não se construiu (FUENTES, M.A. 2017).	Urbanismo – PPG-FAU- UnB	foco principal as dissertações realizadas no mesmo período.
A Praça Maior da Universidade de Brasília: arquitetura paisagística e cotidiano (CARDOSO, A. R. 2019).	Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo – PPG-FAU- UnB	Estabelecer relações entre aspectos e elementos da atual configuração espacial da Praça Maior, com ênfase nos aspectos paisagísticos, e as formas de utilização do espaço pela comunidade universitária.

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre os trabalhos citados acima, destacamos a dissertação de mestrado intitulada “A Praça Maior da Universidade de Brasília: arquitetura paisagística e cotidiano”. Nesse estudo, a autora aponta em seus resultados, mesmo que no recorte espacial e físico da Praça Maior, o levantamento arbóreo feito, como sendo “fundamental para a confecção de um mapa atualizado do paisagismo”, ainda que, segundo ela, não tenha sido realizado por completo por razão da extensão da área. Contudo, Cardoso (2019) realizou uma comparação entre os grupos arbóreos e arbustivos mais expressivos, sobretudo nos locais de maior ocupação. Ademais, a pesquisa traz contribuições e aprofunda sobre esse espaço do Campus Universitário Darcy Ribeiro, tanto do ponto de vista paisagístico e morfológico, quanto do ponto de vista das formas de utilização social do espaço. Por fim, esse trabalho contribui com um melhor direcionamento de outros estudos, como essa dissertação, assim como outros no que tange a temática de melhorias paisagísticas, por exemplo.

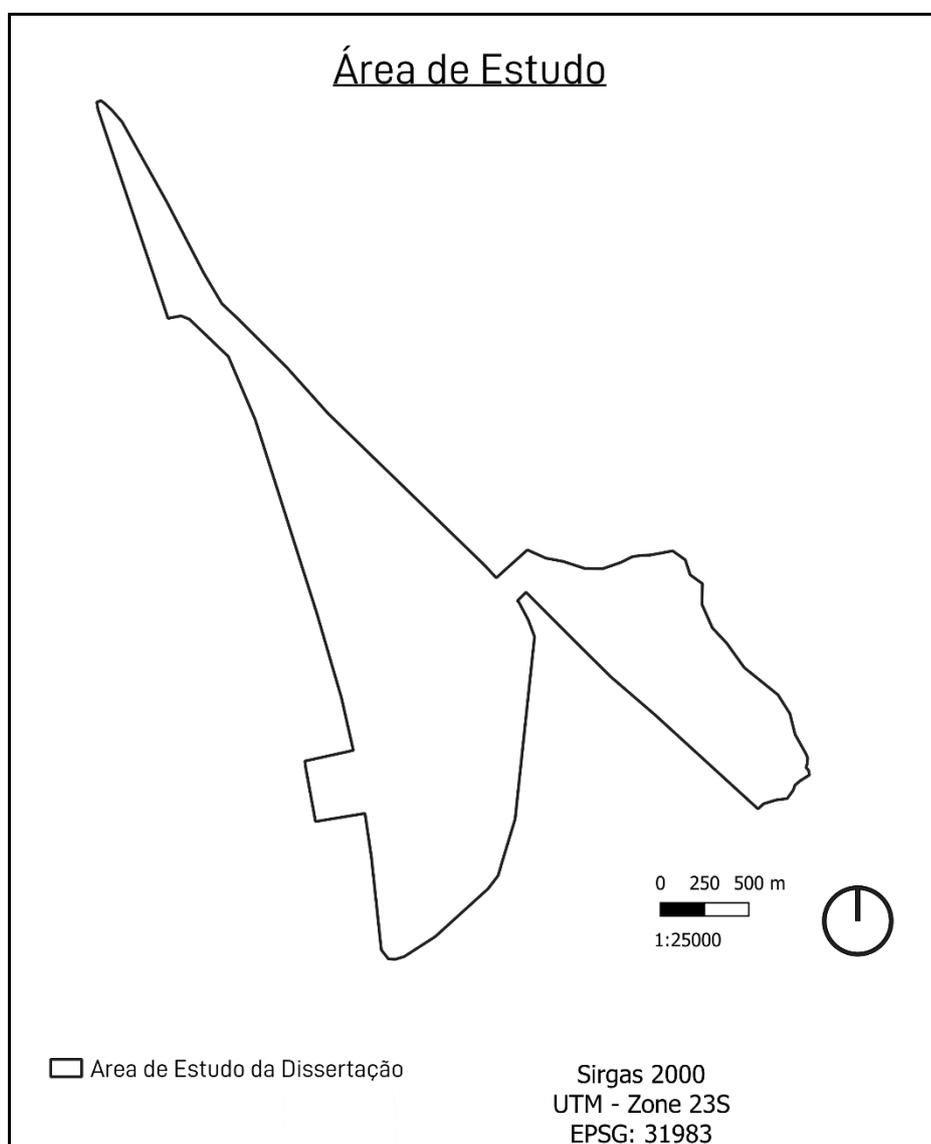
Ainda cumpre-nos trazer à luz uma questão importante levantada pelo Plano de Logística Sustentável (2018), no que diz respeito a utilização do Sensoriamento Remoto, sendo esta, a primeira iniciativa levantada pelo PLS (2018) “Implantar sistema de informações georreferenciadas de áreas verdes dos campi, sempre que possível, com identificação dos indivíduos arbóreos”.

6.2 - Green Metrics aplicado ao Campus Darcy Ribeiro

Este tópico inicia-se com a relação dos mapas gerados pelo software QGIS 3.10.11 e as áreas (m²) de cada um deles, os quais foram utilizados para o cálculo dos itens do ranking *Green Metrics*.

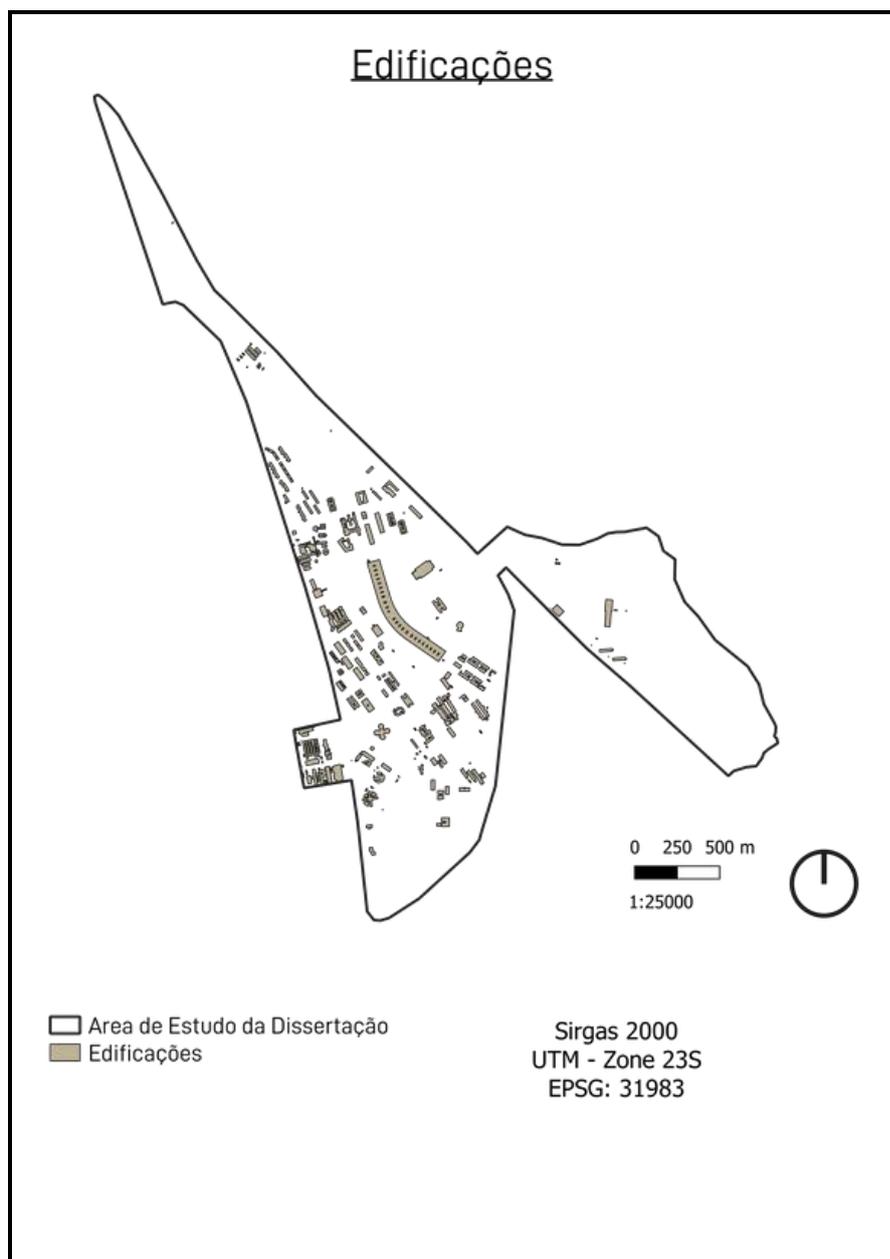
A área total do *Campus Darcy Ribeiro* é de 4.332.610 m², como veremos no mapa da Figura 43. A Área Construída do *Campus Darcy Ribeiro*, representada pelo mapa da Figura 44, corresponde à uma área de 362.730 m², equivalente a 8,37% da Área Total do *Campus*. A Área de Vegetação de Floresta, representada pelo mapa de Cobertura Arbórea a seguir na Figura 45, ocupa uma área de 972.853 m², equivalente a 25,45% da Área Total do *Campus*.

Figura 43 - Área de Estudo do Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Elaborado pela autora a partir do software QGis 3.10.11.

Figura 44 - Área Construída do Campus Darcy Ribeiro



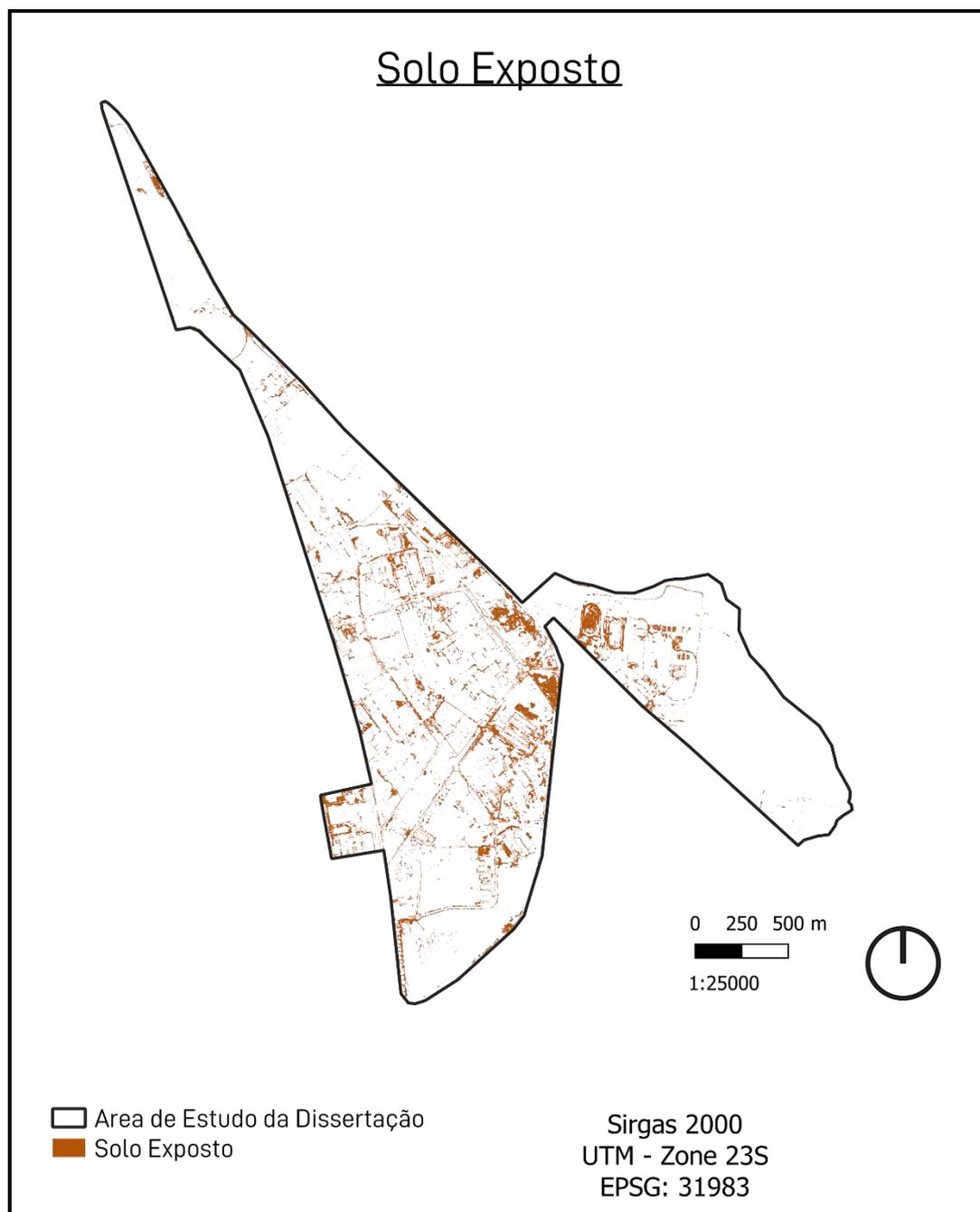
Fonte: Elaborado pela autora com o software QGis 3.10.11.

Figura 45 - Área de Cobertura Arbórea do Campus Darcy Ribeiro

Fonte: Elaborado pela autora com o software QGis 3.10.11.

A Área de Vegetação rasteira foi estipulada a partir da subtração de outras áreas – Área Construída, Área de Vegetação Arbórea, Área de Solo Exposto, Estacionamentos, e Áreas Impermeáveis. Esse foi o quantitativo mais complexo de se levantar, isto se deve à uma limitação do software QGis 3.10.11, o qual pode somatizar outras áreas no momento de identificar as cores. Sendo assim, estimamos uma área de 2.635.812 m², equivalente a 60,83% da Área Total do *Campus*. Concernente a Área de Solo Exposto, representada pela Figura 44 a seguir, identificamos uma área total de 461.215 m², que equivale a 10,64% da Área Total do *Campus*.

Figura 44 - Área de Solo Exposto do Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Elaborado pela autora com o software QGis 3.10.11.

Por meio do levantamento dos dados solicitados pelo *Guideline* de 2020 do *Green Metrics* referente à categoria de “Definição e Infraestrutura”, foi possível dimensionar as áreas verdes do *Campus Darcy Ribeiro* sob à metodologia de análise do *Green Metrics*, bem como simular a participação da Universidade de Brasília no ranking de 2019.

Quadro 2: Dados quantitativos do campus Darcy Ribeiro referente à parte de Definições e Infraestrutura

CRITÉRIO SELECIONADO	CAMPUS DARCY RIBEIRO	PONTUAÇÃO GREEN METRICS E INDICADORES	PONTUAÇÃO CAMPUS DARCY RIBEIRO	BASE DE DADOS
DI1: A proporção da área de espaço aberto para a área total	4.069.880 m ²	300 [1] = 1% [2] >1-80% [3]>80-90% [4]>90-95% [5]>95%	240	Mapa QGis
DI2: Área total no <i>campus</i> coberta por vegetação de floresta	972.853 m ²	200 [1] = 2% [2] >2-9% [3]>9-22% [4]>22-35% [5]>35%	120	Mapa QGis
DI3: Área total no <i>campus</i> com cobertura vegetal	2.635.812 m ²	300 [1] = 10% [2] >10-20% [3]>20-30% [4]>30-40% [5]>40%	300	Mapa QGis
DI4: Área total no <i>campus</i> para absorção de água além da área de vegetação de floresta e cobertura vegetal	461.215 m ²	200 [1] = 2% [2] >2-10% [3]>10-20% [4]>20-30% [5]>30%	120	Mapa QGis
DI5: A área de espaço aberto total dividido pela população total do <i>campus</i>	74,48m ² /p	300 [1] = 10 m ² /p [2] >10-20 m ² /p [3]>20-40 m ² /p [4]> 40-70 m ² /p [5]> 70 m ² /p	300	Mapa QGis e Anuário estatístico 2020 da UnB
DI6: Porcentagem do orçamento da universidade para esforços de sustentabilidade dentro de um ano	0	200 [1] = 1% [2] >1-5% [3]>5-10% [4]>10-15% [5]>15%	0	Não consta no documento Orçamento da FUB – por grupos de despesas nas fontes Tesouro e Recursos Próprios (PLOA), 2019, para estes fins. Fonte: LOA 2019 e OPI2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o cálculo do primeiro item (DI1) no Quadro 02, foi considerado a área total do *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (4.432.610 m²), subtraído pela área edificada (362.730 m²). Dessa forma, chegamos à conclusão que a proporção da área de espaço aberto do *campus* com relação ao seu território total é de 91%, equivalente a 4.069.880 m² da área total do *campus*. Este percentual, na pontuação do *Green Metrics*, refere-se à pontuação 4 (>90-95%), correspondendo, assim, a 240 pontos.

Para o cálculo do segundo item (DI2), foi considerado a área total do *campus* (4.432.610 m²) para encontrar a relação com a área coberta por vegetação de floresta (972.853 m²). Essa última corresponde a 21,94% da área total do *campus*. Esse percentual, na pontuação do *Green Metrics*, equivale a nota 3 (>9-22%), sendo assim, o *campus* obtém 120 pontos neste item.

Quanto ao cálculo do terceiro item (DI3), foi considerado a área total do *campus* (4.432.610 m²) para encontrar a relação com a área com cobertura vegetal, que é de (2.635.812 m²). Esse último corresponde a 60,83% da área total do *campus*. Sendo assim, esse percentual, na pontuação do *Green Metrics*, equivale a nota 5 (>40%), isto é, o *campus* obtém 300 pontos nesse item.

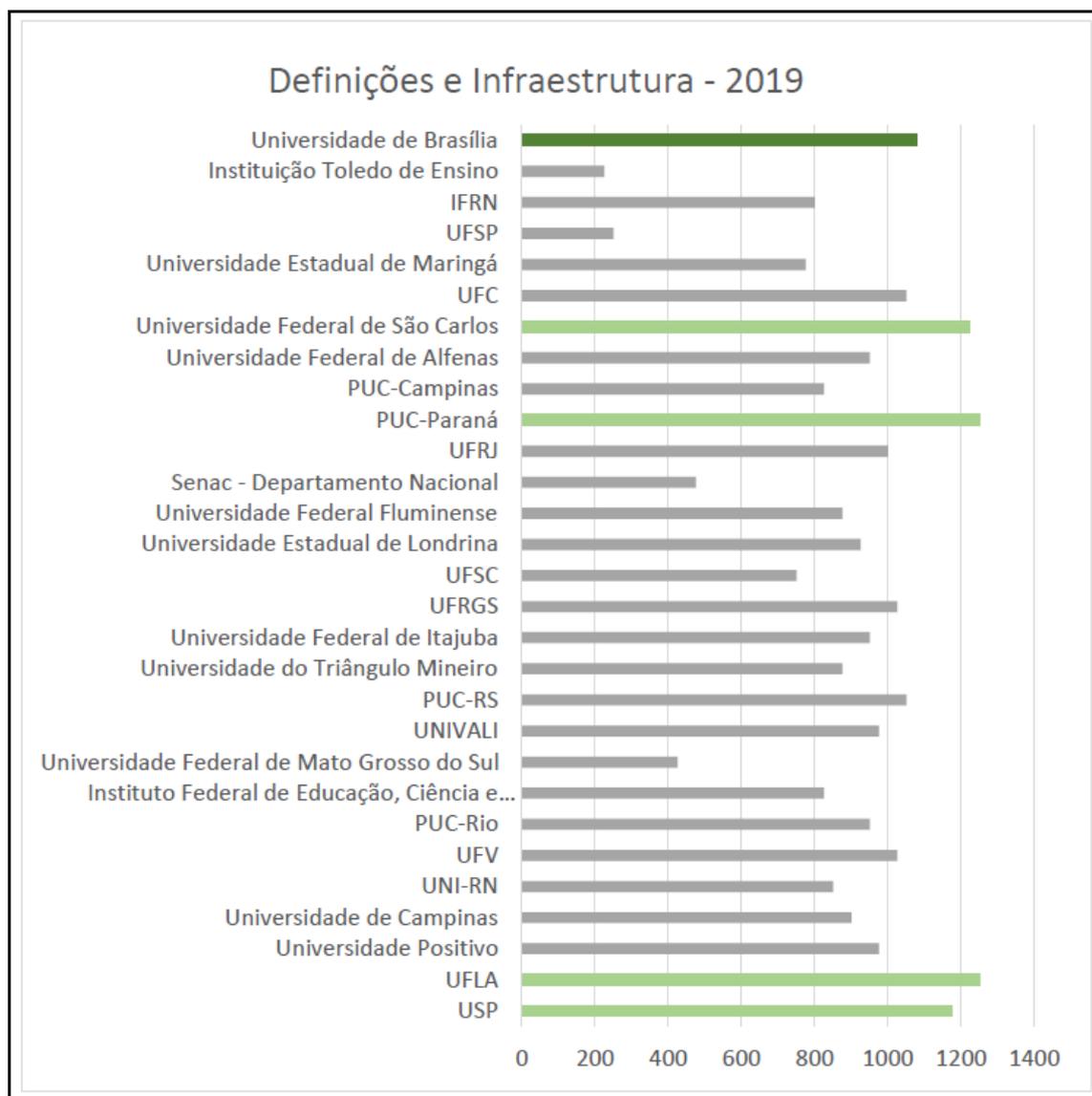
Referente ao cálculo do quarto item (DI4), foi considerado a área de solo exposto, ou seja, área não-pavimentada. Essa área equivale a 10,64% da área total do *campus* (4.432.610 m²), que equivale a 461.215 m². Esse percentual, na pontuação do *Green Metrics*, equivale a nota 3 (>10-20%), sendo assim, o *campus* soma 300 pontos nesse item.

Concernente ao cálculo do quarto item (DI5), foi considerado a área total do *campus* (4.432.610 m²) menos a área construída (362.730 m²). A subtração destas áreas resulta em 4.069.880 m² de espaço aberto total, o qual sendo dividido pela população total em 2019, equivale a 54.641 pessoas, resultando em 74,48m²/p. Esse percentual, na pontuação do *Green Metrics*, equivale a nota 5 (>70m²/p), sendo assim, o *campus* pontua 300 pontos nesse item.

Por fim, o último item (D16) não consta no documento Orçamento da FUB – por grupos de despesas nas fontes Tesouro e Recursos Próprios (PLOA), 2019, para estes fins (LOA 2019 e OPI2019.) Concluimos, portanto, que a Universidade de Brasília pontua 1080 pontos no critério de Definições e Infraestrutura.

Dessa forma, apresentamos na Figura 45 a simulação da participação da Universidade de Brasília com o *Campus Darcy Ribeiro* no ranking de 2019. Os dados foram coletados da própria plataforma do *Green Metrics*, a qual possui acesso livre.

Figura 45 - Critério de Definições e Infraestrutura – Ranking de 2019 com a participação da Universidade de Brasília com o Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que a pontuação da UnB seria de 1080 para a categoria de “Definições e Infraestrutura” e, considerando esse quesito isoladamente, estaria em 5º (quarto) lugar na colocação, sendo os primeiros colocados a Universidade de Lavras e a PUC-Paraná, com 1250 pontos ambas, a Universidade Federal de São

Carlos em 2° (segundo) colocado, com 1225 pontos e, o 3° (terceiro) colocado, a Universidade de São Paulo, com 1175 pontos.

A partir dessa análise, é importante ressaltarmos dois pontos sobre o *Green Metrics*:

1. O ranking não possui um roteiro que poderia ser enviado aos participantes junto a cartilha de critérios (ou “*Guideline*”) para preenchimento, pelas universidades, de como levantar os dados solicitados. Dessa forma, cada universidade faz este levantamento de dados como desejar e, é onde essa pesquisa visa contribuir também, a fim de roteirizar a padronização dos critérios, à exemplo do de “Definições e Infraestrutura”.
2. Outro ponto importante de ressaltar é, que tendo em vista essa limitação mencionada acima (1), não foi encontrado o banco de dados detalhado das universidades, apenas o resultado final.

6.3 - Os Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro

De acordo com as diretrizes finais para o *Campus Darcy Ribeiro*, presente no segundo capítulo dessa dissertação, mais precisamente no tópico *2.1.1 Análise Documental*, consideramos para as recomendações dos Cenários Verdes desta pesquisa o documento de 1987, “Ideia de Desenvolvimento Físico”. Como exposto no tópico referido, há três níveis de problematizações encontrados na época no diagnóstico sobre o *Campus*. Assim, essa pesquisa considera o terceiro nível, o qual “giraria em torno de preocupações micro-morfológicas, ou de morfologias particulares e/ou específicas, e dos conceitos de temas-base e temas destaque” (UnB, 1987). Embora se relacione também com os outros dois níveis de diagnósticos, esses podem ser considerados para investigação em trabalhos futuros.

Os Cenários Verdes resultam-se, portanto, da relação entre:

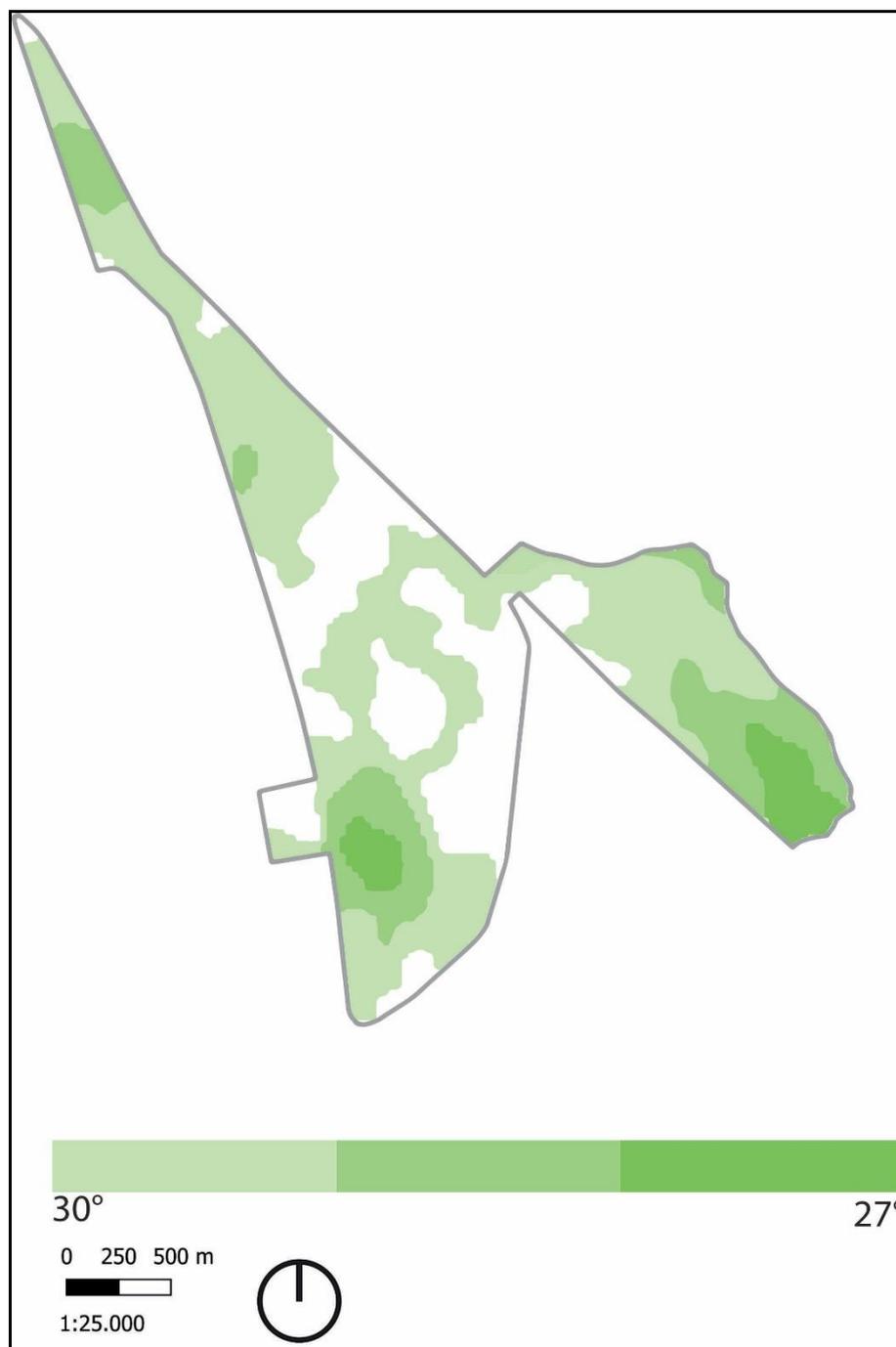
Tabela 10 - Recomendações para os Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro

1) Da compreensão do plano de 1987;
2) Da compreensão e análise das iniciativas para gestão das áreas verdes do Plano Logística Sustentável da UnB de 2018;
3) Mapas georreferenciados pelo software QGIS 3.10.11 no dia 25 de abril de 2019 para análise das áreas e discussão das mesmas;

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

O mapa a seguir da Figura 46 é resultado da Temperatura da Superfície (LST) do dia 25 de Abril de 2019. A cor branca representa as áreas mais quentes, superiores à 30°C, enquanto que as verdes mais escuras são as áreas com temperaturas mais baixas a 27°C. Observa-se, em média, 3°C de diferença na temperatura superficial na área total do *Campus Darcy Ribeiro*. Também nas áreas brancas, localiza-se a maior massa construída do *Campus*, sendo um dos motivos levados à elevação da temperatura nestas regiões.

Figura 46 - Mapa da temperatura da superfície em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

O mapa a seguir, Figura 47, é resultado do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) do dia 25 de Abril de 2019, a qual representa a atividade fotossintética da vegetação.

As áreas com menor atividade fotossintética são representadas pela cor branca com valores inferiores a 0,24. Enquanto as áreas com maior atividade fotossintética são representadas pela cor verde escura com valores superiores a 0,58.

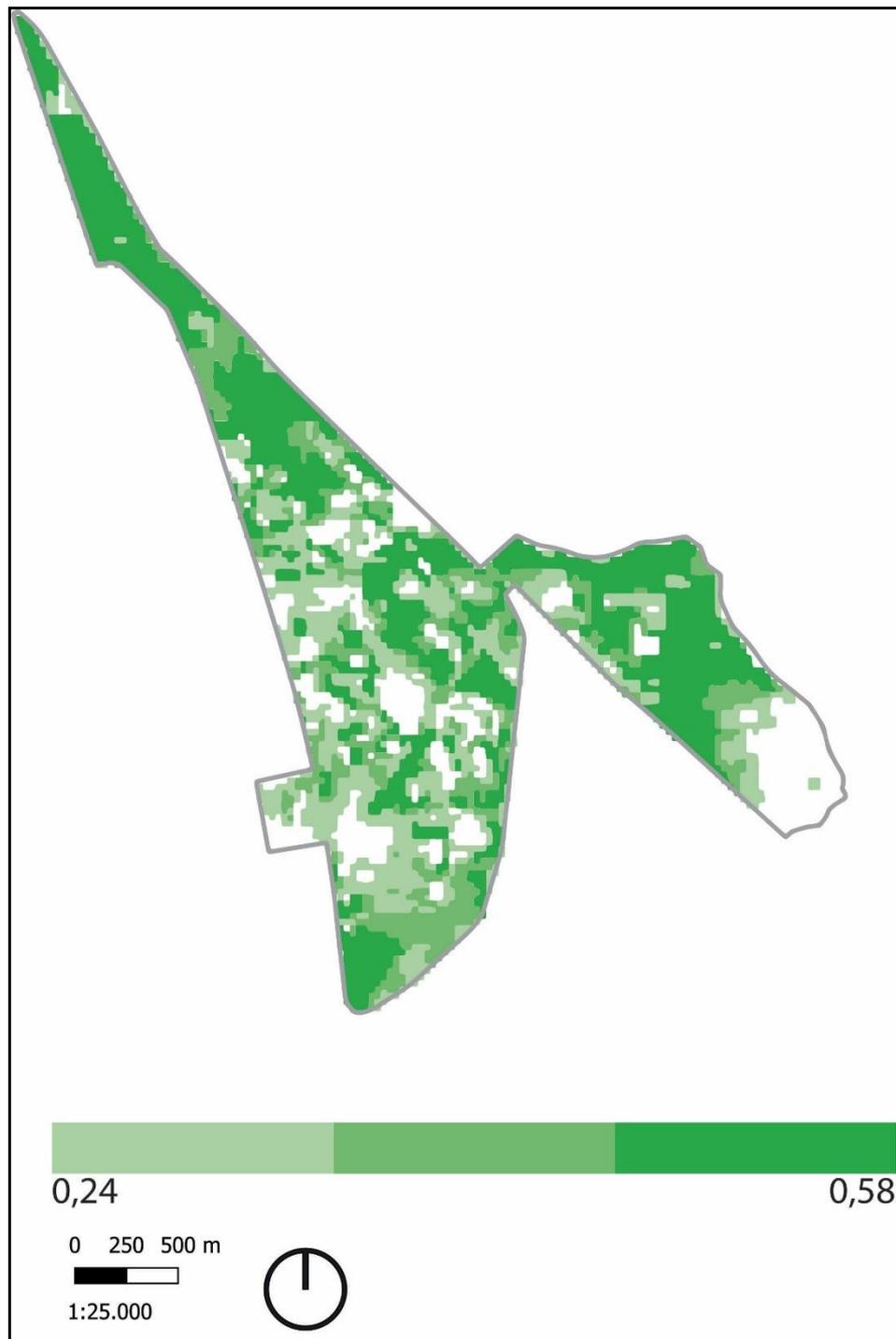
De acordo com Oliveira & Freitas (2015), o valor de NDVI maior ou igual a 0,5 podem ser associados à presença de vegetação densa; NDVI com valores entre 0,2 e 0,5, podem ser associados à vegetação em crescimento; NDVI com valores entre -0,2 e 0,2, podem ser associados à presença de solo exposto, água, entre outros e, NDVI menor que -0,2, ausência de vegetação.

Tabela 11 - A presença de vegetação segundo os valores de NDVI (FREITAS, 2015)

	\geq	0,5	Vegetação densa
0,2	\leq	0,5	Vegetação em crescimento
-0,2	\leq	0,2	Solo exposto, água, entre outros
	$<$	-0,2	Ausência de vegetação

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 47 - Mapa de NDVI em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 48 - Mapa de solo exposto em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

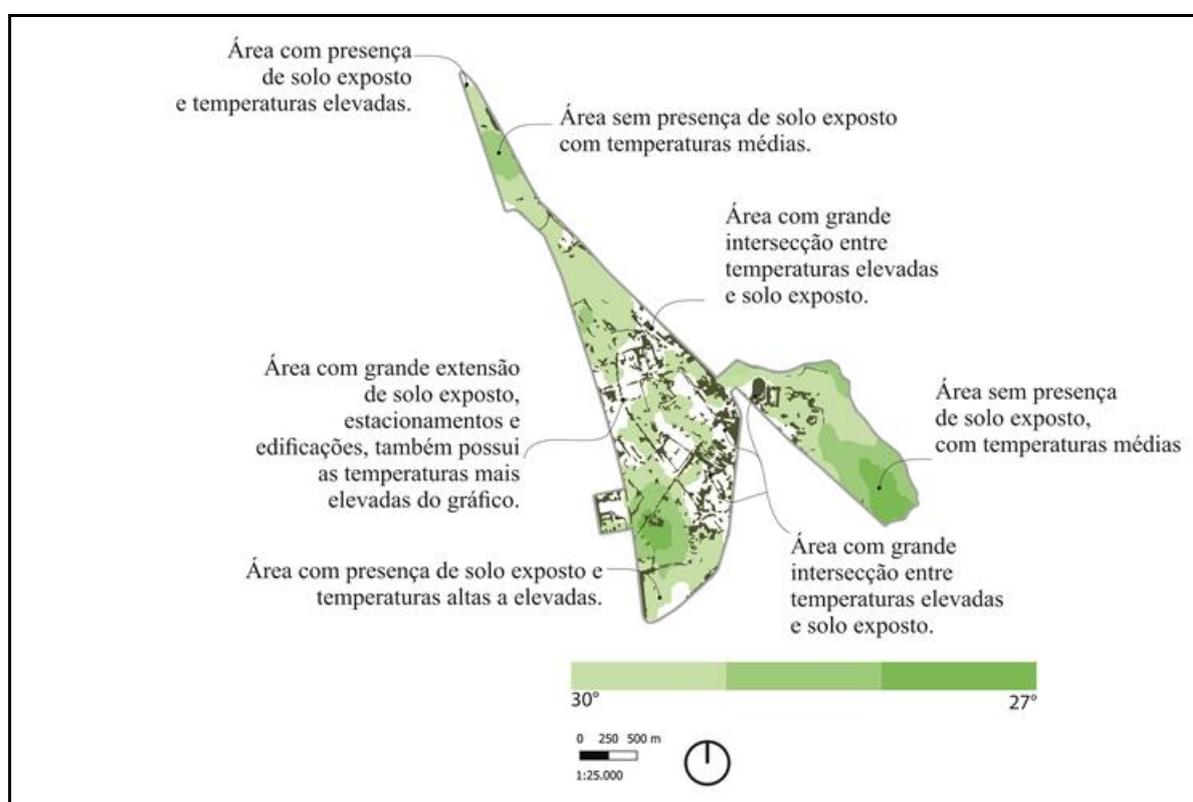
O padrão espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura da Superfície Terrestre (LST) ocorreram de maneira inversamente proporcional. Assim, a LST decresce na medida em que o NDVI aumenta e vice-versa, bem como apontado em algumas pesquisas (TOFFOLLI; JUNIOR; FERREIRA, 2019).

Nesses primeiros mapas (NDVI, LST, Vegetação Arbórea e Solo Exposto), salientamos a importância da cobertura vegetal como um elemento de manutenção

da temperatura, modificando o microclima e trazendo redução da Temperatura da Superfície Terrestre (LST) na região.

O mapa a seguir, Figura 49, é resultado dos parâmetros de Temperatura da Superfície (LST) e Solo Exposto. Ele indica a interseção das áreas brancas (mais quentes) com as áreas verdes, representando o Solo Exposto. Áreas brancas sem interseção representam tanto a localização de edificações, quanto pátios de estacionamentos.

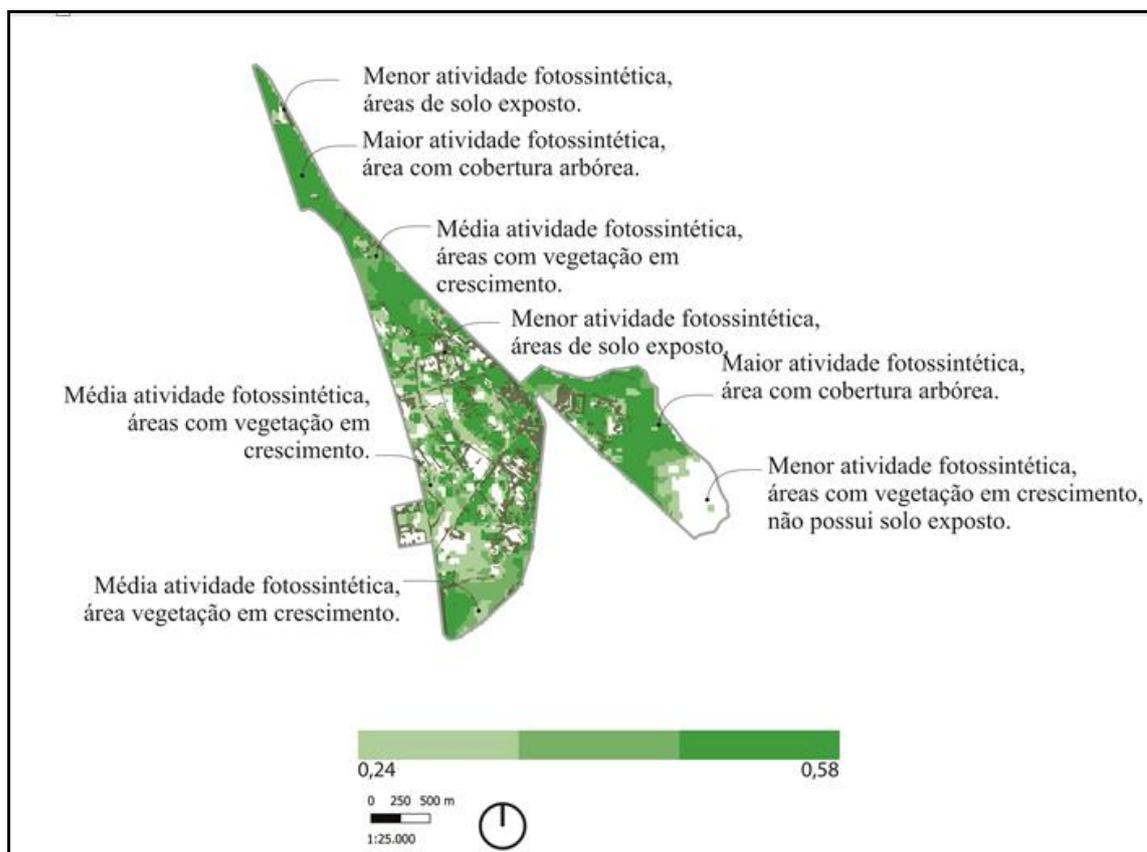
Figura 49 - Mapa de temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

O mapa a seguir, Figura 50, é resultado dos parâmetros de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e Solo Exposto. Ele indica a interseção das áreas brancas (NDVI com valores entre - 0,2 e 0,2, podem ser associados à presença de solo exposto) com as áreas verdes, representando o Solo Exposto.

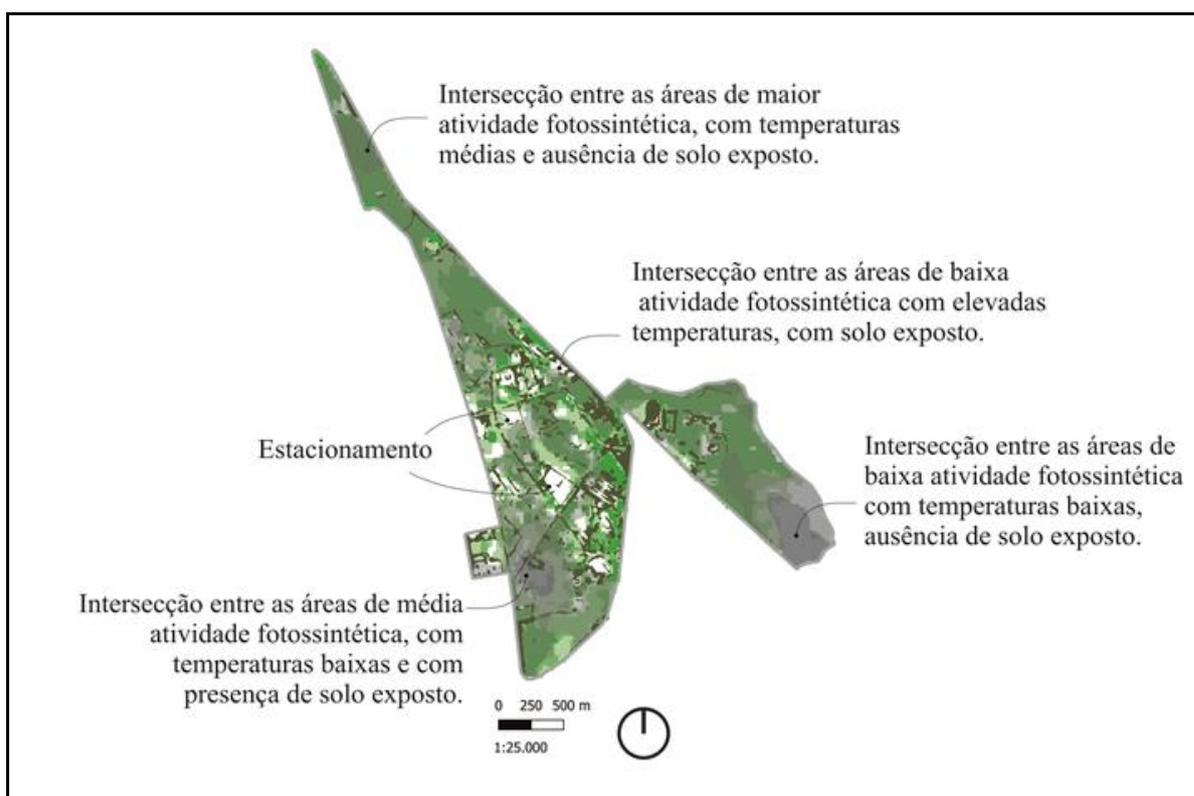
Figura 50 - Mapa de NDVI + solo exposto em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

À seguir apresenta-se o último mapa de análise que antecede as recomendações e os Cenários Verdes desta pesquisa, com a presença da marcação das áreas de solo exposto - Figura 51. Compreendemos que as áreas com maiores temperaturas são as áreas com baixo índice de atividade fotossintética e, por sua vez, são as áreas de solo exposto. Por isso, havendo necessidade de um processo de revegetação e manutenção destas áreas. Da mesma forma, podemos observar como a área em branco se destaca, sendo esta a área dos dois grandes estacionamentos presentes no ICC Norte e ICC Sul.

Figura 51 - Mapa de NDVI + temperatura de superfície + solo exposto em escala de cores verdes



Fonte: Elaborado pela autora.

O Mapa de Cenários Verdes (Figura 52 e Figura 53) configura-se como a junção das camadas apresentadas separadamente. À essas camadas são somadas às diretrizes ambientais, observadas no Plano de Logística Sustentável da UnB para as Áreas Verdes.

O Cenário 1, em roxo, representam as áreas com temperaturas superficiais médias (entre 29,2°C e 30,9°C) e índices de NDVI altos (entre 0,24 a 0,58). Área coberta por vegetação arbórea esparsa decídua e/ou perene, cobertura de solo predominantemente permeável com poucas áreas com solo exposto. Diante disto, apresenta-se como proposta a introdução de novas árvores para as áreas de solo exposto.

O Cenário 2, em laranja, representam as áreas com temperaturas superficiais mais altas (entre 32,6°C e 34,2°C) e índice de NDVI baixos (entre -0,1 e 0,24) possivelmente por consequência às extensas áreas de solo exposto e edificações. Sendo esta zona, a de maior massa construída deste *campus*. Diante disto, apresenta-se como proposta a recuperação, restauração, reabilitação e remediação das áreas verdes bem como o incentivo a instalação de jardins verticais para melhorar

o conforto térmico das edificações como já aponta o Plano de Logística Sustentável da UnB para as Áreas Verdes entre os anos de 2018 a 2021.

O Cenário 3, em rosa, representam as áreas com temperaturas superficiais mais baixas (entre 27,6°C a 30,9°C) e índice de NDVI médios (entre 0,07 a 0,41). Diante disto, apresenta-se como proposta às áreas que apresentam solo exposto novos plantios de árvores e arbustos.

O Cenário 4, em amarelo, representam as áreas com temperaturas superficiais médias (entre 29,2°C a 30,9°C) e índice de NDVI altos (entre 0,24 a 0,41). Esta é uma área coberta por vegetação arbórea esparsa decídua e/ou perene, com cobertura do solo predominantemente permeável, próximo ao Lago Paranoá com pouca presença de solo exposto. Diante disto, recomenda-se para estas áreas expostas a degradação novos plantios de árvores para reabilitação local.

O Cenário 5, em azul, representam as áreas com temperaturas superficiais mais baixas (entre 27,6°C a 30,9°C) e índice de NDVI baixos (entre -0,1 e 0,24). Porém, não possui áreas de solo exposto, como apontam os mapas. Portanto, isso ocorre pela vegetação estar em fase de crescimento. Diante disso, recomenda-se o monitoramento, para preservar o cuidado da vegetação existente, de preferência pertencentes ao bioma cerrado.

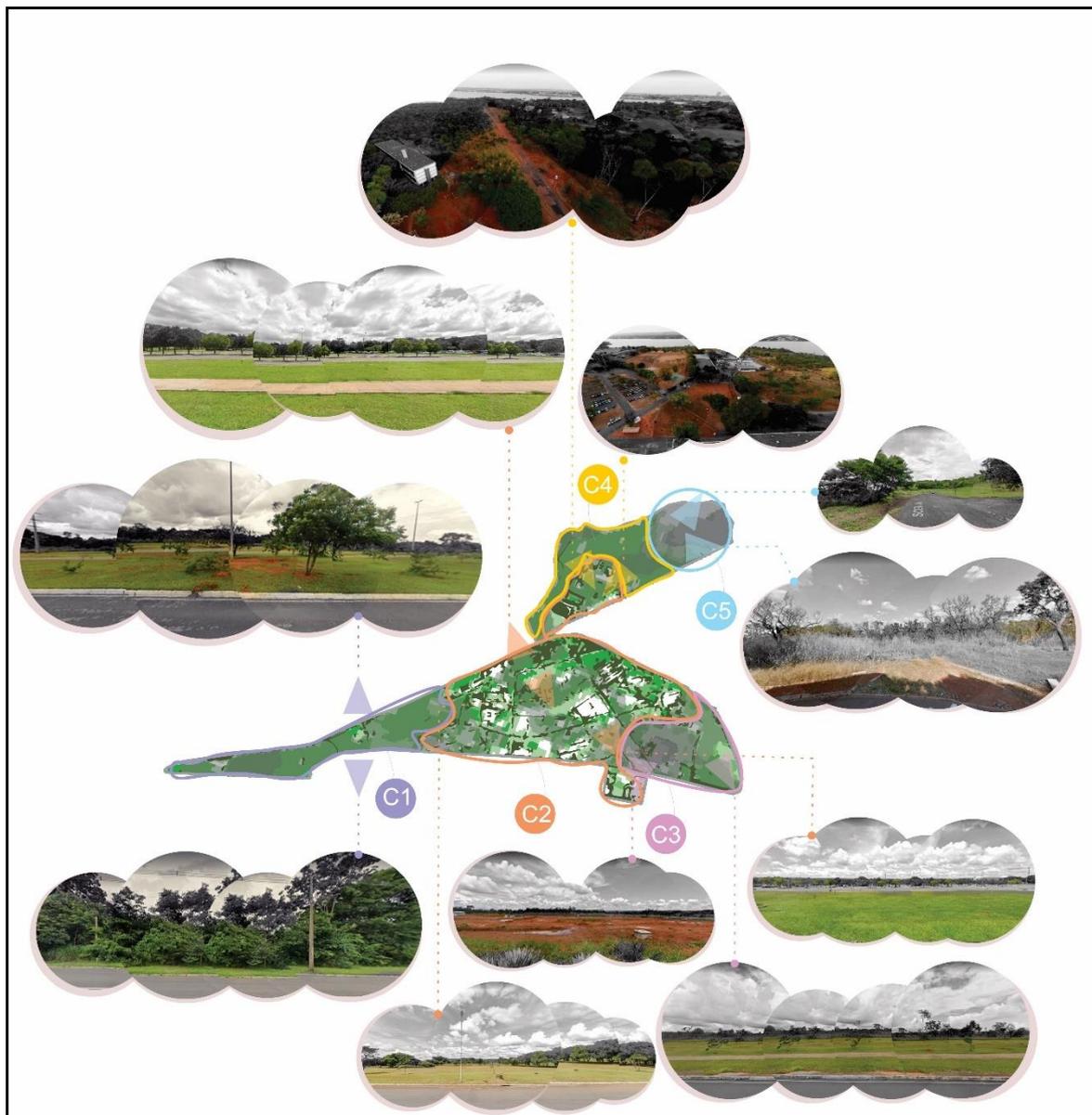
Os resultados demonstram que o *campus* apresentou temperaturas mínimas variando de 27,6°C e 29,2°C e máximas de 32,6°C e 34,2°C para o mês de abril em 2019. O NDVI indica as localidades que apresentaram maiores coberturas de vegetação, com destaque para as Zonas 1, 3 e 4. A LST e o NDVI mostraram-se inversamente proporcionais, onde as maiores temperaturas estavam localizadas nos locais que apresentavam as menores constituições arbóreas.

Figura 52 - Mapa de Cenários Verdes e Recomendações paisagísticas



Fonte: Elaborado pela autora.

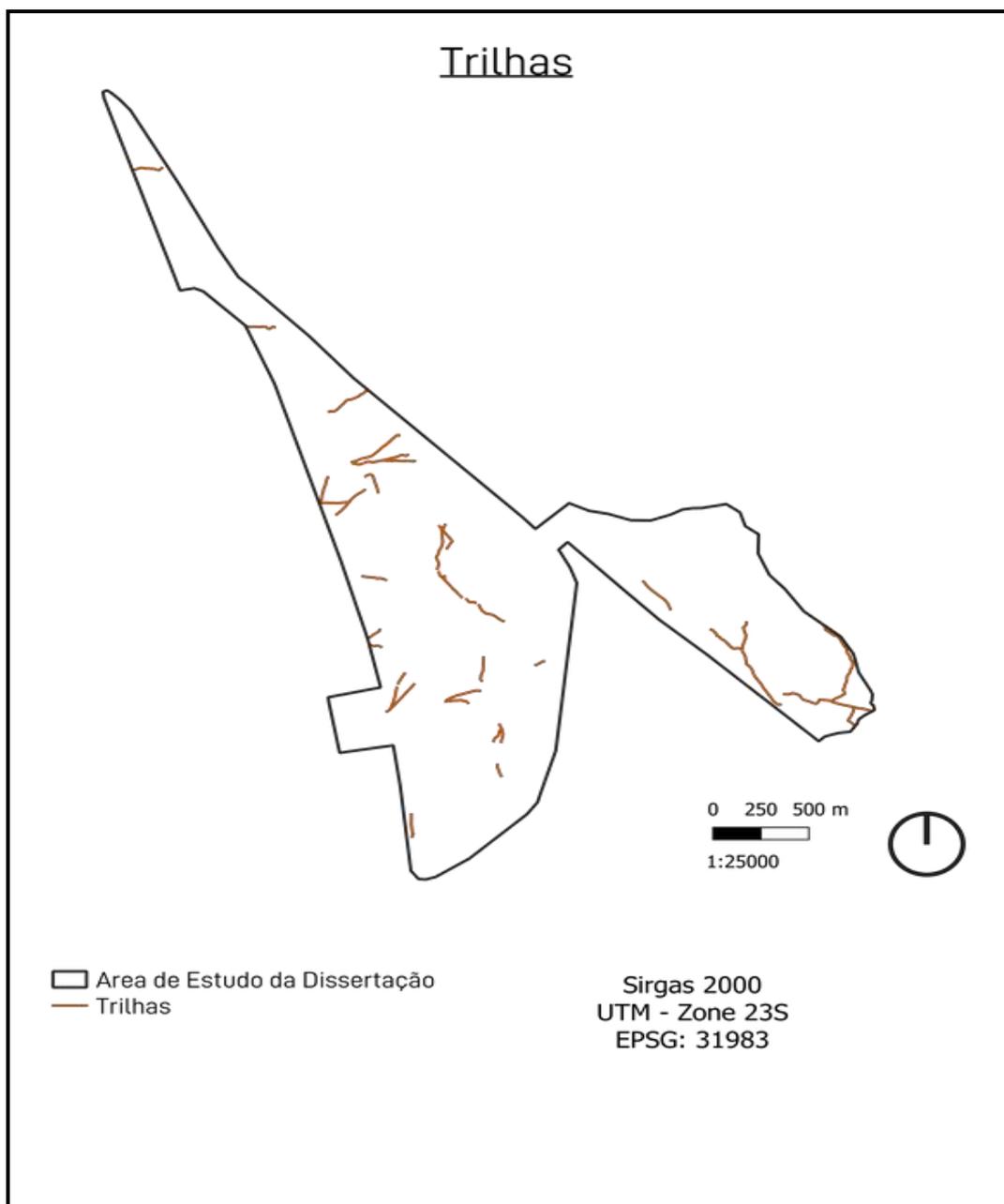
Figura 53 - Mapa de Cenários Verdes e Recortes do Google Maps antes das Intervenções propostas



Fonte: Elaborado pela autora.

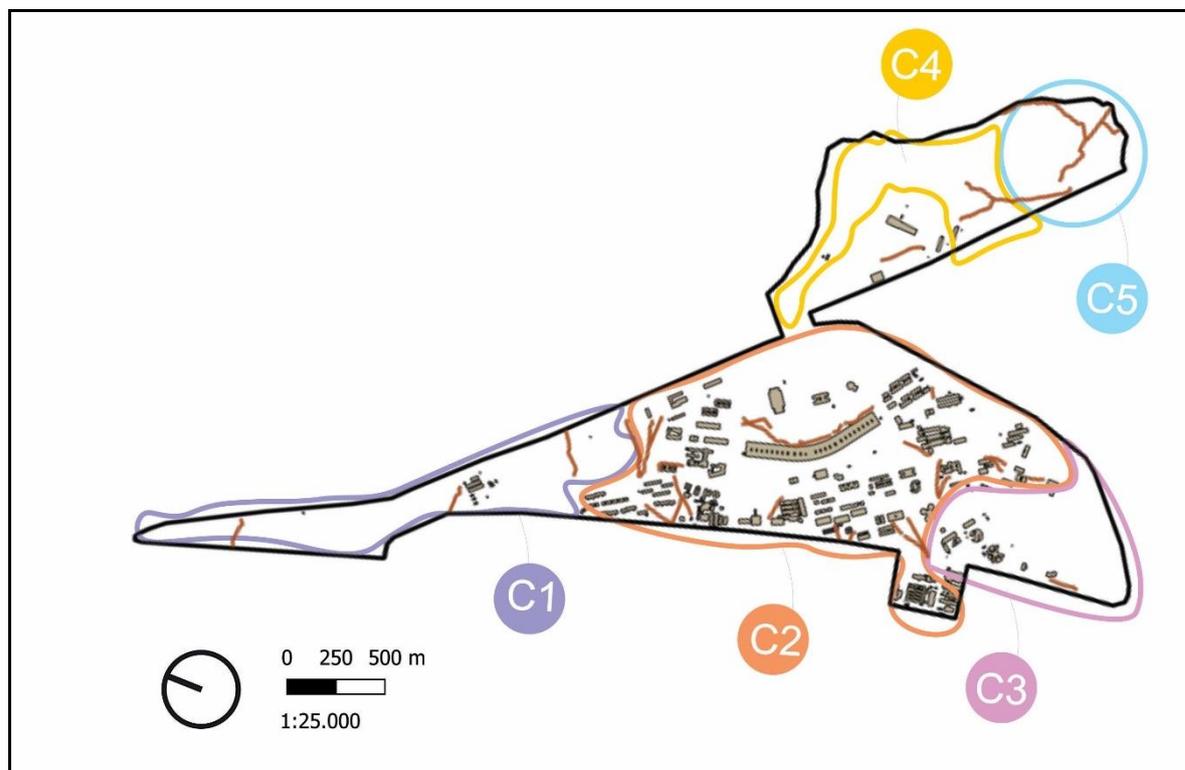
Para as recomendações paisagísticas, como serão abordados nas figuras seguintes cada cenário separadamente, fez-se necessário cruzar um dado importante: os caminhos informais.

Figura 54 - Mapa Trilhas do Campus Darcy Ribeiro



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 55 - Mapa Trilhas + Mapa de Edificações + Contorno dos Cenários Verdes do Campus Darcy Ribeiro



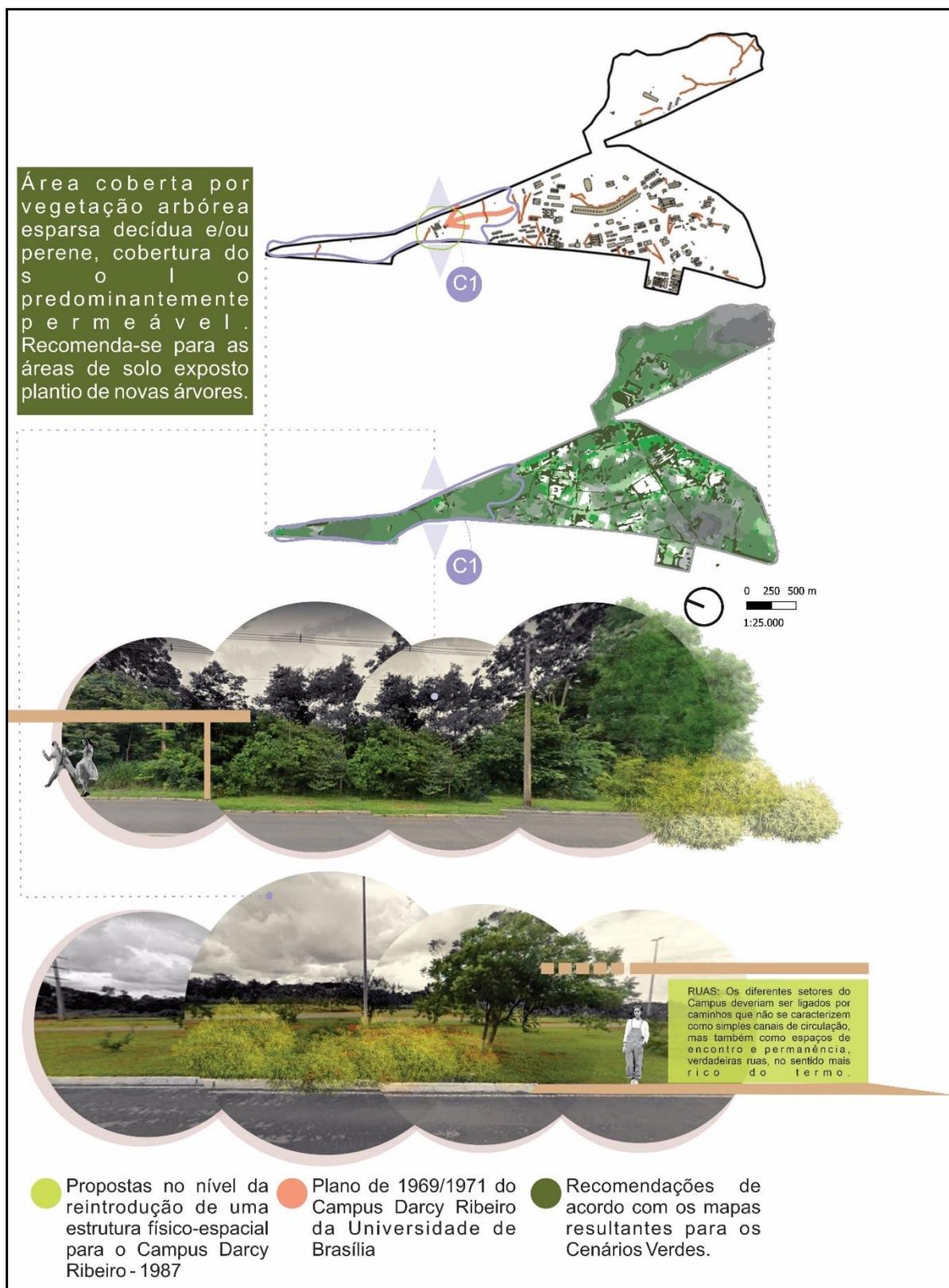
Fonte: Elaborado pela autora.

As recomendações feitas neste trabalho são fruto dos diálogos construídos ao longo da pesquisa, com diversos autores e, cito aqui, Cardoso (2020) pela contribuição pontual com relação ao explorado em sua dissertação de mestrado ao que se diz respeito ao planejamento da Praça Maior do campus Darcy Ribeiro. Para construção desta conversa, Macedo (1995) traz discussões pertinentes sobre como intervir nas áreas livres consolidadas dos espaços propostos segundo premissas urbanísticas modernas, como acontece no campus em questão.

Dessa forma as propostas a seguir são um somatório do que não foi implementado de fato, como coloca Cardoso (2020) e como demonstrado na análise documental desta dissertação, somadas às propostas de 1971, bem como as recomendações de acordo com os mapas resultantes dos Cenários Verdes.

As fotomontagens a seguir elucidam essa comunicação entre planos, propostas, épocas e mudanças ambientais.

Figura 56 - Mapa do Cenário Verde 01 e recomendações



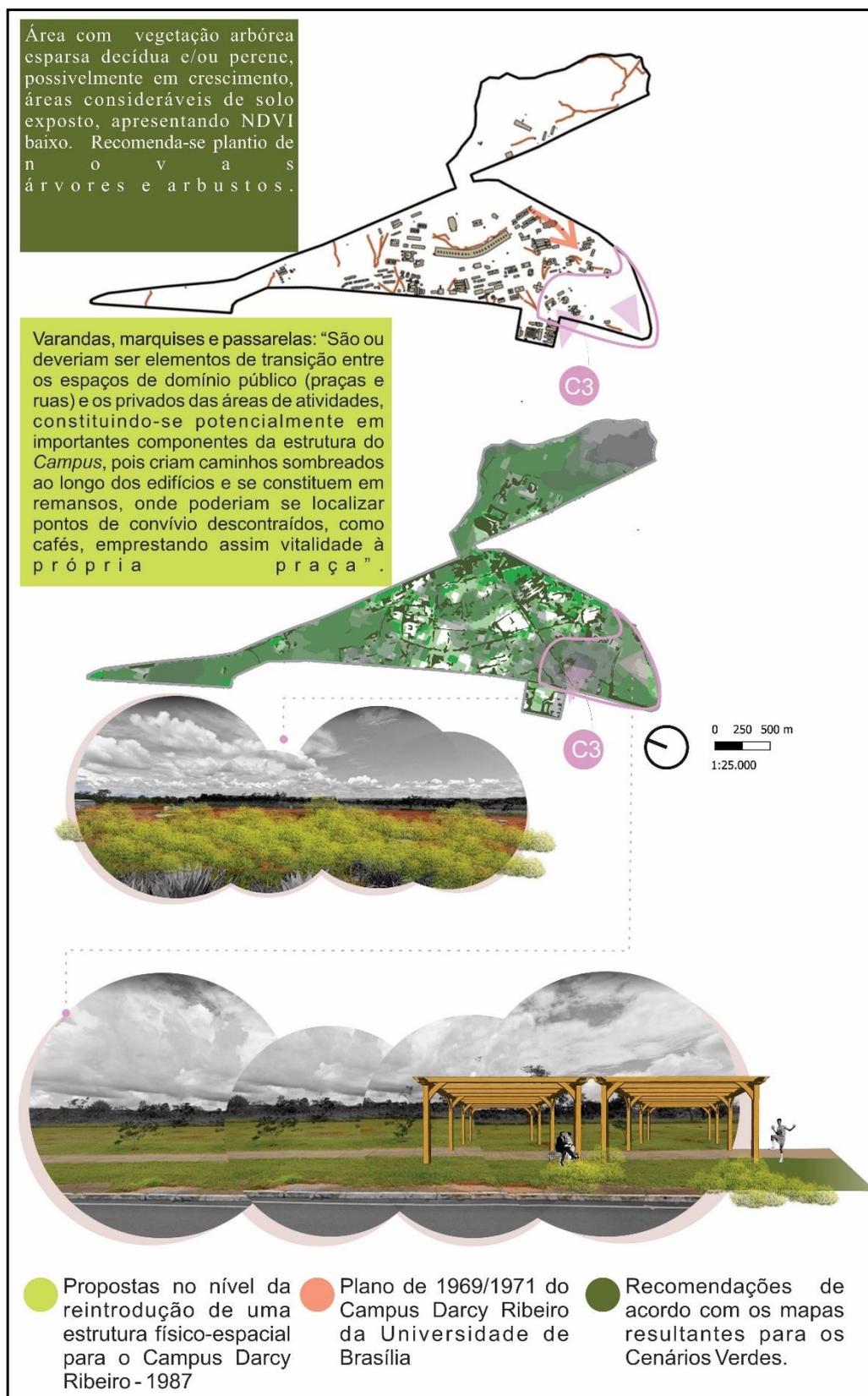
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 57 - Mapa do Cenário Verde 02 e recomendações



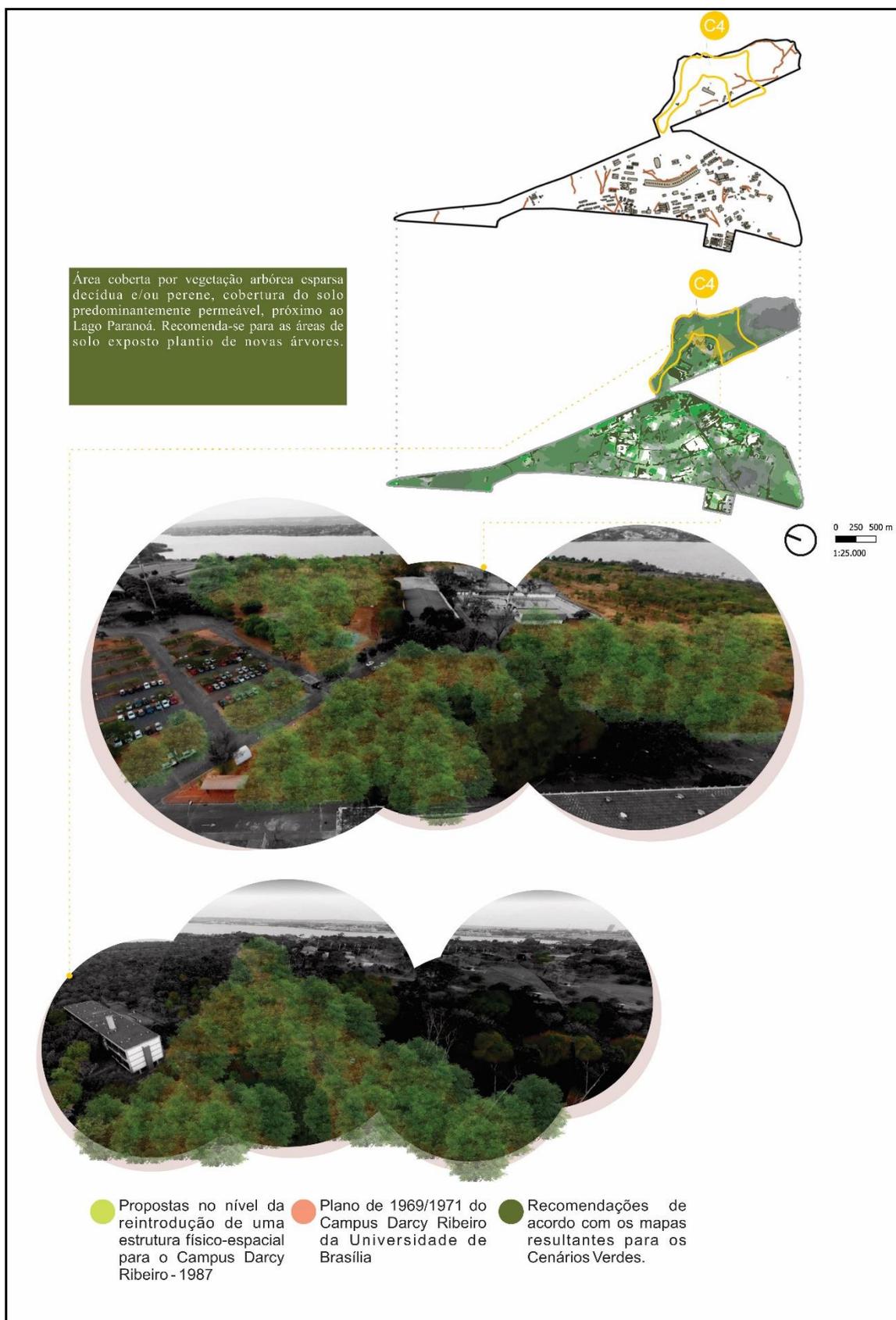
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 58 - Mapa do Cenário Verde 03 e recomendações



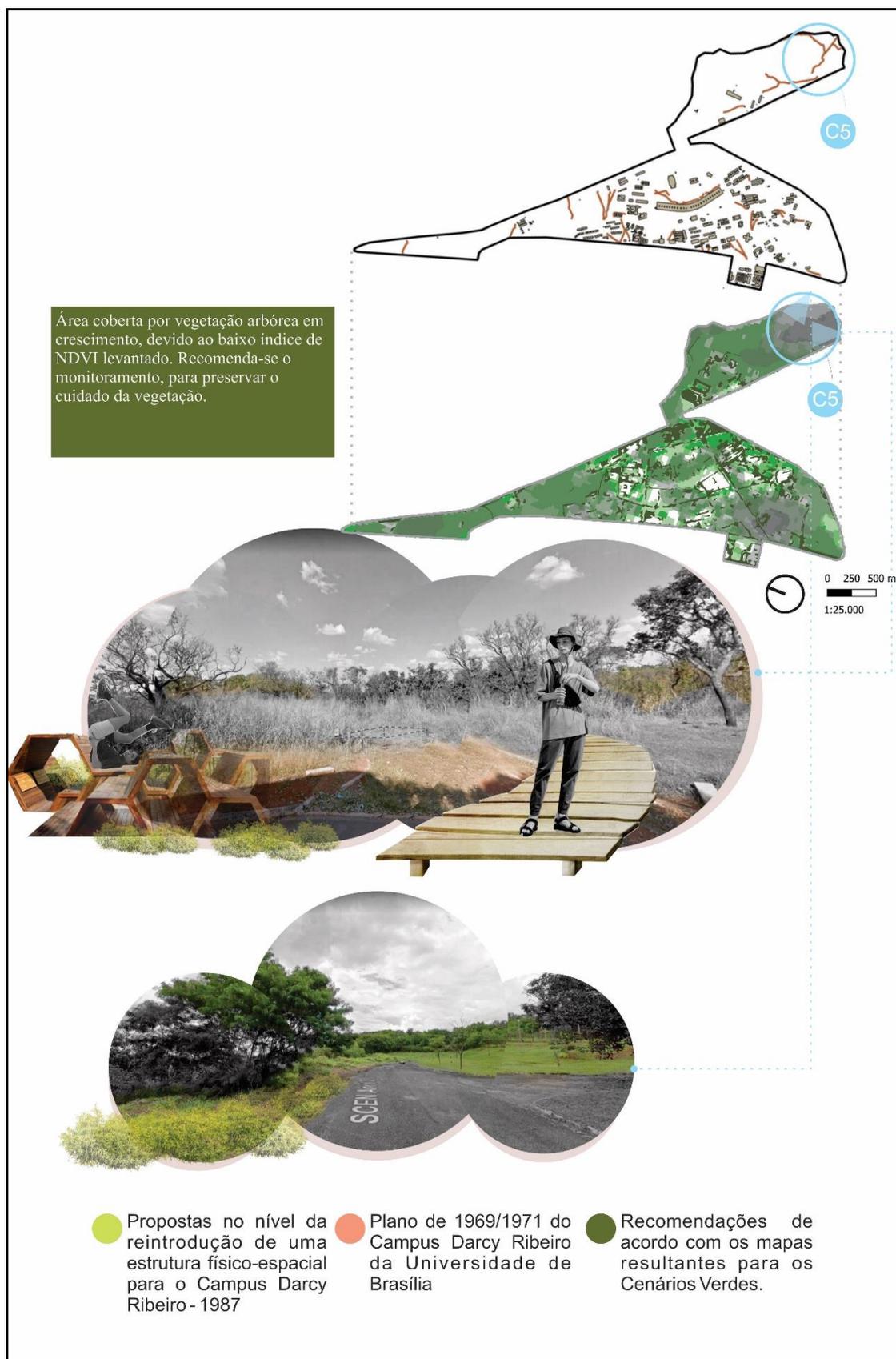
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 59 - Mapa do Cenário Verde 04 e recomendações



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 60 - Mapa do Cenário Verde 05 e recomendações



Fonte: Elaborado pela autora.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa buscou analisar as áreas verdes do Campus Universitário Darcy Ribeiro. Para isto, mapeou as áreas verdes do campus e relacionou a temperatura superficial (LST) por meio da técnica de sensoriamento remoto, correlacionando com a distribuição espacial da cobertura vegetal através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os resultados mostraram que as áreas com maiores formações vegetais são responsáveis pelas diferenças das temperaturas superficiais encontradas, o que significa que, as áreas verdes contribuem diretamente para o microclima local.

Quanto à ferramenta utilizada neste trabalho, o sensoriamento remoto por meio do software QGis 3.10.11, afirma-se que ela se mostrou eficaz para a análise dos índices de vegetação fotossinteticamente ativos (NDVI) e para a obtenção dos valores de temperatura de superfície (LST). Para trabalhos futuros, as variações temporais do NDVI do Campus podem ser relacionadas com as variações climáticas (sazonais) da região, como recomendam alguns autores e pesquisas da área de Geotecnologia e Sensoriamento Remoto.

Quanto ao primeiro objetivo específico, foram mapeadas as produções científicas desenvolvidas nos programas de pós-graduação no cenário nacional tangente aos parâmetros do Green Metrics University Ranking. Cabe-nos destacar que apenas uma dissertação de mestrado aborda diretamente a gestão ambiental do seu campus universitário, o Campus Universitário do Pici da Universidade do Ceará. Quanto ao campus Darcy Ribeiro, destacam-se três teses, uma dissertação, um histórico do planejamento urbano do campus e o Plano de Logística Sustentável.

Quanto ao segundo objetivo específico, seguindo a mesma estrutura metodológica do *Green Metrics*, analisamos as áreas verdes do campus Darcy Ribeiro, neste caso, por meio do critério selecionado, “Definições e Infraestrutura”. O campus ocupa o 5º (quinto) lugar dentre 29 universidades nacionais inscritas no ano de 2019.

Conclui-se que o sistema *Green Metrics* serviu como uma ferramenta norteadora para este trabalho, uma vez que determinou quais seriam as áreas dos campi universitários a serem levantados e analisados dentro do critério de Definições e Infraestrutura.

Mediante todo aporte teórico e as discussões por ele estimuladas, conclui-se que o envolvimento com metodologias de avaliação como o *Green Metrics*, o levantamento de dados históricos de planejamento do Campus Darcy Ribeiro e o Plano de Logística Sustentável (2018) junto às ferramentas de sensoriamento remoto possibilitaram a elaboração de diretrizes ambientais a partir de mapas de análise, que neste trabalho nomeamos de “cenários verdes”, concluindo o objetivo geral desta pesquisa.

Ademais, recomenda-se para as pesquisas futuras (i) estudos que proponham uma listagem de diretrizes; (ii) estudos que abordem o acompanhamento do cumprimento ou não dos objetivos propostos pelo PLS e, (iii) estudos que exponham o avanço do campus na colocação do *Green Metrics*, mesmo que em um cenário interno, como desta pesquisa.

A pesquisa contribui para recomendações ambientais e paisagísticas para o Campus Darcy Ribeiro considerando as propostas do planejamento de 1971 que não foram totalmente implementadas, o Plano de Logística Sustentável (2018) e por último, a análise da atual situação das áreas verdes do campus. Ao longo do trabalho foi construído um diálogo entre autores com relação às áreas verdes, na perspectiva de construir um diálogo e discussão sobre as possíveis alterações que caberiam hoje no campus, projetado de acordo com premissas modernistas. Dessa forma, as recomendações visam proporcionar o acesso universal aos espaços públicos e áreas verdes, de forma segura e acessível a todos, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência, como previsto pelo objetivo 11 dos ODS

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V. de. Contribuições das árvores para o bioclima térmico no desenho urbano em cidades tropicais: o caso de Campinas, SP. [s. l.], p. 135, 2012. Available at: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258632>
- ADÁRIO, Júlia Lima. **A Sustentabilidade Ambiental de Campi Universitários no Brasil**: uma revisão sistemática. Brasília: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2021. 10 p. ISBN 2358-6214. Disponível em: http://enanparq2020.com.br/wp-content/uploads/2021/03/VI-ENANPARQ_ANAIS-EIXO-2_24MAR21.pdf. Acesso em: 5 mar. 2021.
- ALBERTO, K. C. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO KLAUS CHAVES ALBERTO FORMALIZANDO O ENSINO SUPERIOR NA DÉCADA DE 1960: a cidade universitária da UnB e seu projeto urbanístico Rio de Janeiro. [s. l.], 2008.
- ALSHUWAIKHAT, HABIB; ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving campus sustainability : Assessment of the current campus environmental management practices. [s. l.], v. 7, 2008.
- AMBIENTAL NAS SALAS DE AULA.** [S. l.: s. n.], 2003.
- ASSIS, E. S. de. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. **VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído**, [s. l.], p. 92–101, 2005.
- BARBOSA, G. S.; ROSSI, A. M. G.; DRACH, P. R. C. Análise de projeto urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-1950-2010). **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 275–287, 2014. Available at: <https://doi.org/ISSN 2175-3369>
- C. C. M. DE PAULA, I. J. A. CALLEJAS, L. C. DURANTE, K. A. C. R. e D. B. S. PAVIMENTO POROSO E VEGETAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA MICROCLIMÁTICA EM ÁREAS URBANAS. [s. l.], 2010.
- CALDERARI, E. S. (Des) continuidades e rupturas nos espaços urbanos contemporâneos. Reflexões sobre o papel dos novos campi universitários. [s. l.], 2017.
- CARDOSO, A. R. A Praça Maior da Universidade de Brasília: arquitetura paisagística e cotidiano. [s. l.], 2019.
- CASTELO BRANCO, L. M. B. MICROCLIMAS URBANOS NO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA : O Caso da Superquadra 108 Sul MICROCLIMAS URBANOS NO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA : O Caso da Superquadra 108 Sul. [s. l.], 2009.
- CASTRO, L E; LABAKI, L. Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas inseridas no ambiente urbano , Campinas. **Area**, [s. l.], 1999.
- COUTTS, C.; HAHN, M. Green Infrastructure , Ecosystem Services , and Human Health. [s. l.], p. 9768–9798, 2015. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph120809768>

DANIEL DUARTE KULKA. Conforto térmico em áreas verdes urbanas no município de Itapetinga, Bahia. [s. l.], 2014.

DISTERHEFT, A. *et al.* Sustainable universities a study of critical success factors for participatory approaches. [s. l.], 2015.

GODOY, L. B.; BAPTISTA, G. M. de M.; ALMEIDA, T. Relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, por meio de dados ASTER. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**,

[s. l.], p. 699–705, 2009. Available at:

<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.28.25/doc/699-705.pdf>

KRAEMER, M. E. P. A universidade do século XXI rumo ao desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM) - ISSN 1677-7387 Faculdade Cenecista de Campo Largo - Coordenação do Curso de Administração v. 3, n. 2, nov./2004 -**

<http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm/>, [s. l.], 2004.

KRÜGER, E. L. Impacto do adensamento e da orientação solar de cânions urbanos na demanda por condicionamento térmico de edificações sob condições de clima desértico. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 65–87, 2008.

KRÜGER, E. L. *et al.* Outdoor comfort study in a region with temperate climate: the case of Glasgow, UK. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 7–25, 2012.

Available at: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212012000100002>

LABAKI, L.; LOTUFO, C.; ABREU, L. V. De. VEGETAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS URBANOS ABERTOS. [s. l.], p. 23–42, 2011.

MACEDO, Silvio Soares. **Espaços Livres**. 7. ed. São Paulo: Paisagem Ambiente Ensaios, 1995. 15-56 p.

MACEDO, Silvio Soares; MARTINELLI, Miranda. **Paisagem ensino e pesquisa em pós-graduação**. Porta Alegre: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino Americano do Conforto no Ambiente Construído, 2019. 146 p. ISBN 978-85-89478-45-8.

MAHLER, C. R. Territórios universitários : tempos, espaços, formas. [s. l.], p. 304, 2015. Available at: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/18751>

MINAS, D. EFEITOS DA VEGETAÇÃO VIÁRIA NO CONFORTO TÉRMICO. [s. l.], n. 1, p. 367–376, 2017.

NAKANO, A. *et al.* Urban Weather Generator User Interface Development : New Workflow for Integrating Urban Heat Island Effect in Urban Design Process. **ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment**, [s. l.], v. 1, n. 2014, 2015. Available at: http://www.meteo.fr/icuc9/LongAbstracts/udc5-1-1171051_a.pdf

NEVES, R. R. Maio de 2011 Rio de Janeiro - RJ - Brasil INTEGRAÇÃO FÍSICO-TERRITORIAL E TRANSFORMAÇÃO : O CASO DA UNIVERSIDADE. [s. l.], 2011.

OLIVEIRA, G. C. M. de; FREITAS, M. A. V. de. Análise de correlações entre o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e dados hidrometeorológicos do

entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí- PA utilizando imagens Landsat-5 TM. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasi**, [s. l.], n. 1, p. 6381–6388, 2015.

PANTALEÃO, C. C. Campus universitário como laboratório vivo para sustentabilidade: proposição de critérios analíticos. [s. l.], p. 150, 2017.

RODRIGUES, R. C. Áreas verdes e arborização na área II do Campus de São Carlos. [s. l.], 2014.

ROMERO, M. A. B. **PADRÕES DE REFERÊNCIA DE SUSTENTABILIDADE DE ESPAÇOS DO CAMPUS.pdf**. [S. l.: s. n.], 2003.

ROMERO, M. A. B. Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano. [s. l.], p. 66, 2000.

ROMERO, M. A. B. . *et al.* **SOFRER PARA APRENDER DESCONFORTO AMBIENTAL NAS SALAS DE AULA**. [S. l.: s. n.], 2003.

ROMERO, M. A. B.; SILVA, CAIO FREDERICO E; TEIXEIRA, É. O. Um campus para o novo milênio: estratégias de sustentabilidade urbana na Universidade de Brasília do Gama (Distrito Federal). In: **CATALÃO, Vera Margarida Lessa; LAYRARGUES, Phaiippe Pomier; ZANETI, Izabea Cristna Bruno Baceaar (Org.)**. **Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília. Brasília: Cidade Gráfica e Editora, 2011. p. 167-178.**, [s. l.], p. 340, 2011.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de geografia**, [s. l.], v. 26, n. 45, p. 134–150, 2016. Available at: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26n.45p.134>

SILVA, C. F. e. Caminhos Bioclimáticos: Desempenho Ambiental De Vias Públicas Na Cidade De Teresina - Pi. **Vasa**, [s. l.], 2009. Available at: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>

SOUZA, M. T. S. DE; RIBEIRO, H. C. M. . Sustentabilidade Ambiental: uma Meta-análise da Produção Brasileira em Periódicos de Administração Environmental Sustainability : a Meta-Analysis of Production in Brazilian Management. [s. l.], p. 368–396, 2013.

SOUZA, N. S. E. Análise de anomalias térmicas em função da geometria urbana em cuiabá-mt. [s. l.], 2019.

TOFFOLLI, T. N. D.; JUNIOR, R. D. S. R.; FERREIRA, J. H. D. Spatial pattern of normalized difference vegetation index (Ndv) and terrestrial surface temperature (tst) in the municipality of campo mourão/PR | Padrão Espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura da Superfície Terr. **Anuario do Instituto de Geociencias**, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 182–188, 2019.

APÊNDICE

Apêndice A - XV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Simulação Computacional do Microclima Urbano da Praça da Estação na cidade De Juiz De Fora – MG

Apêndice B - VI ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - A sustentabilidade ambiental de *campi* universitários no brasil: Uma revisão sistemática