

PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO:

ALICERCES DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

ORGANIZAÇÃO:

EDILSON DE SOUZA BIAS
VALDIR ADILSON STEINKE



caliandra

Universidade de Brasília
ICH - Instituto de Ciências Humanas

PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO: ALICERGES DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

Organizadores:

Edilson de Souza Bias
Valdir Adilson Steinke



caliandra

Brasília - DF
2024



Conselho Editorial

Membros internos:

Prof. Dr. Bruno Leal (HIS/UnB) - Presidente

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof^a Dr^a Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof^a. Dr^a. Ruth Elias de Paula Laranja (GEA/UnB)

Membros externos:

Prof^a Dr^a Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof^a Dr^a Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof^a Dr^a Marine Pereira (UFABC)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)

Membros internacionais:

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha);

Prof^a Dr^a Ilía Alvarado-Sizzo (Universidad Autonoma de México)

Prof^a Dr^a Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

© 2024.



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra é dos autores.

[1ª edição]

Elaboração e informações

Universidade de Brasília

ICH - Instituto de Ciências Humanas

Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Norte, Mesanino Bloco 01qr Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte, Brasília DF CEP: 70297-400 Brasília - DF, Brasil

E-mail: ihd@unb.br

Contato: (61) 3107-7364

Site: ich.unb.br

Equipe técnica

Parecerista: Charlei Aparecido da Silva (UFGD)

Editoração: Valdir Adilson Steinke e Edilson de Souza Bias

Revisão: Amabile Zavattini

Capa: Thamirys Verneque Silva dos Reis

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade de Brasília - BCE/UNB)

P712 Planejamento ambiental urbano [recurso eletrônico]
 : alicerces de uma cidade inteligente e
 sustentável / organizadores: Edilson de Souza
 Bias, Valdir Adilson Steinke. – Brasília :
 Universidade de Brasília, Instituto de Ciências
 Humanas, 2024.
 262 p. : il.

Inclui bibliografia.
Modo de acesso: World Wide Web:
<caliandra.ich.unb.br>.
ISBN 978-85-93776-08-3.

1. Planejamento urbano. 2. Sustentabilidade. 3.
Cidades inteligentes. I. Bias, Edilson de Souza
(org.). II. Steinke, Valdir Adilson (org.).

CDU 711.4

Heloiza dos Santos - CRB 1/1913



Dedicatória

A organização de uma obra exige tempo, esforço, paciência e muito trabalho, o qual deve ser orientado por uma finalidade, um objetivo, um fator motivador. No caso deste trabalho, o fator motivador foi proporcionar a pesquisadores, estudiosos e estudantes das questões urbanas uma articulação de textos úteis e atuais para apoiá-los e orientá-los em seus estudos.

Dedicamos esta obra às nossas instituições, que nos proporcionam o ensino e a pesquisa contínua, bem como a todos os nossos estudantes, tanto de graduação quanto de pós-graduação. As atividades de docência representam para todos nós um rico manancial de reflexões, que possibilitam aprofundamentos sobre todos os temas abordados nesta obra.

Índice

Prefácio _____	10
Capítulo 1: Planejamento Urbano e a construção de Indicadores de Sustentabilidade – O que aprendemos ou o que temos que aprender._____	16
Capítulo 2: Cidades sustentáveis, ODS 11 - Educação ambiental: um desafio para o planejador urbano ou uma ferramenta indispensável?_____	50
Capítulo 3: Proposição de indicadores de qualidade ambiental urbana_____	64
Capítulo 4: O desenho da cidade e o conforto térmico ambiental: estratégias para obtenção de formas urbanas com maiores alternativas ecotérmicas._____	82
Capítulo 5: O planejamento com a infraestrutura da paisagem cerratense: a contribuição da arborização_____	102
Capítulo 6: Mobilidade como um Serviço: Indicações de Estratégias Interventivas no Hábito de Usar Automóvel Baseadas na Revisão da Literatura_____	122
Capítulo 7: Eventos pluviais extremos no Distrito Federal: desafios para adaptação às mudanças climáticas em busca de uma cidade sustentável_____	140
Capítulo 8: Drenagem urbana sustentável, geotecnologias e cidades inteligente_____	170
Capítulo 9: Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como instrumento de análise da qualidade ambiental urbana: Uma abordagem metodológica_____	198
Capítulo 10: Aplicações e Ferramentas Geotecnológicas para a Gestão Ambiental Urbana_____	222
Capítulo 11: A integração de dados geográficos para o planejamento urbano sustentável – o que usar e como usar?_____	238

Prefácio

António Vieira

Ambiente e sustentabilidade são dois termos que se tornaram recorrentes, quer no contexto académico, onde são objeto de estudo de diversas áreas científicas, como é o caso da Geografia, quer também no discurso político e na própria sociedade.

Com efeito, as preocupações decorrentes dos problemas ambientais globalmente difundidos especialmente a partir da década de 1970, têm despertado a atenção das sociedades a nível mundial, alertando-as para a necessidade de promoção de práticas e de políticas de desenvolvimento apoiadas em princípios de sustentabilidade.

No contexto das implicações decorrentes das mudanças globais e das mudanças climáticas, que, ainda que afetem as comunidades locais, têm uma abrangência global e requerem a implementação de estratégias globais, mas também com impacte local, há um conjunto diversificado de problemáticas que obrigam a uma reflexão profunda e uma atuação individual, mas também social.

Uma das estratégias globais em implementação que assume um caráter de elevada relevância a nível internacional é a Agenda 2030, promovida pela ONU, e que procura mobilizar as nações numa estratégia comum desenvolvendo esforços globais em torno de objetivos específicos consubstanciados em metas comuns, e materializados nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Dentre os 17 Objetivos encontra-se um especificamente direcionado para o ambiente urbano, o Objetivo 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis.

O espaço urbano constitui, inevitavelmente, um território fulcral para a discussão destas problemáticas ambientais. Com efeito, trata-se de um espaço de concentração populacional por excelência, onde as questões de sustentabilidade assumem particular destaque, esgrimindo-se argumentos relativos à qualidade de vida e ambiente (urbano), por um lado, e planeamento, infraestruturas ou mobilidade, por outro, nem sempre antagónicos, mas, por vezes, dificilmente compatíveis.

É sobre este espaço de privilegiada interseção entre processos naturais e tecnológicos que se debruçam os trabalhos propostos neste livro, intitulado *Planejamento Ambiental Urbano: Alicerces de uma Cidade Inteligente e Sustentável*.

Organizado pelos colegas Edilson Bias e Valdir Steinke, com edição do selo Caliandra do Instituto de Ciências Humanas da UnB, a presente obra reúne um conjunto de trabalhos, redigidos por 28 autores de reconhecida autoridade nas

temáticas abordadas e oriundos de diversas instituições universitárias brasileiras, que abordam precisamente a temática complexa da sustentabilidade em espaço urbano, dedicando-se, cada capítulo, a aspectos particulares que contribuem para um conhecimento mais aprofundado de aspectos que vão desde a definição de indicadores ambientais à sua operacionalização através de geotecnologias.

O capítulo 1, intitulado "Planejamento Urbano e a construção de Indicadores de Sustentabilidade – O que aprendemos ou o que temos que aprender", da autoria de Fernando Luiz Araújo Sobrinho e de Leticia Del Grossi Michelotto, introduz a problemática do planeamento das cidades dentro de uma perspectiva de sustentabilidade, enquadrando-o, num primeiro momento, nas mais recentes estratégias institucionais internacionais e nas perspectivas que norteiam atualmente o pensamento dos gestores urbanos. Neste contexto, fazem referência às diferentes teorias do planeamento urbano, discutindo o conceito de cidade no âmbito do desenvolvimento sustentável e sob uma perspectiva geográfica, enunciando alguns instrumentos de quantificação da sustentabilidade do ambiente urbano, nomeadamente ao nível da implementação de indicadores. Para além da discussão dos conceitos inerentes a esta metodologia, são apresentados e discutidos alguns casos de implementação de indicadores de sustentabilidade urbana, nomeadamente em utilização na Europa, bem como a sua aplicação em casos no Brasil. Fica claro, contudo, que um fator determinante para a eficiência de uma metodologia deste tipo é a sua adequação "às necessidades de sustentabilidade da cidade onde está sendo implementado".

O capítulo 2 tem como título "Cidades sustentáveis, ODS 11 - Educação ambiental: um desafio para o planejador urbano ou uma ferramenta indispensável?". As autoras, Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti, Elaine Gomes Borges e Tahinah Martins, discutem neste texto a importância da educação ambiental no âmbito da implementação de políticas públicas direcionadas para a sustentabilidade das cidades. Tendo como ponto de partida os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, promovidos pela ONU, e especificamente o ODS 11, promovem uma reflexão sobre a educação ambiental enquanto ferramenta ao dispor do planeamento urbano, permitindo que "as pessoas e as comunidades passem a ter um papel ativo, participativo, consciente e solidário, ou seja, um papel de ator social, transformador da realidade, capaz de analisar, discutir e opinar".

Valdir Steinke propõe, no terceiro capítulo, indicadores de qualidade ambiental urbana. Partindo do conceito de paisagens antropogénicas, como as resultantes das modificações decorrentes das dinâmicas antrópicas, realça os espaços urbanos como aqueles onde essas modificações são mais evidentes. Na sequência da discussão que enceta sobre cidades inteligentes, baseada num conjunto relevante de autores de referência internacional, debruça-se sobre a pertinência dos indicadores ambientais para a gestão urbana e critérios para a sua definição. Partindo do pressuposto de que a definição de um conjunto de indicadores deve ser "entendidos como mecanismos de observação, mensuração,

análise e gestão", apresenta, então os indicadores ambientais, considerando, igualmente que "esses indicadores formam um sistema integrado e dinâmico, os quais interagem, de modo permanente, no tempo e no espaço". Os indicadores propostos são acompanhados por parâmetros mínimos necessários para cada indicador, os quais surgem em consonância com os instrumentos legais existentes e potencialmente articuláveis no sentido de uma monitorização urbana e gestão sustentável das cidades.

O capítulo quarto debruça-se sobre o desenho das cidades e as condições de conforto térmico, especificamente no caso da cidade de Brasília. Da autoria de Marta Adriana Bustos Romero, o texto analisa a importância das formas urbanas para a sustentabilidade das cidades, explorando como caso de estudo a capital brasileira, o espaço idealizado por Lúcio Costa, identificando as desvirtuações implementadas ao desenho/projeto inicial de Brasília e as suas consequências, nomeadamente ao nível das "alterações microclimáticas provocadas pela redução da umidade relativa no meio urbano, na acentuação da amplitude térmica diária e no desconforto térmico urbano". Discutindo diversos aspetos relacionados com o conforto térmico urbano, nomeadamente as ilhas de calor urbanas, aponta as principais intervenções contrárias ao projeto original como as responsáveis por criar "obstáculos ao resfriamento urbano" e criando barreiras aos fluxos do vento. Em jeito de conclusão, elenca um conjunto de estratégias fundamentais para a obtenção de conforto bioclimático nas cidades, destacando os índices de conforto para espaços abertos como instrumentos para monitorizar esse conforto.

"O planeamento com a infraestrutura da paisagem cerratense: a contribuição da arborização", da autoria de Rubens do Amaral, Camila Sant'anna Gomes, Rômulo José da Costa Ribeiro, Maria do Carmo Lima Bezerra e Gustavo Macedo de Melo Baptista, propõe uma discussão em torno da importância da componente arbórea do bioma cerrado na organização da paisagem e sua urgente consideração nos processos de planeamento. Consequentemente, através da implementação de metodologias de sensoriamento remoto, nomeadamente a utilização de índices multiespectrais (CO₂flux e TWI), propõe-se a identificação de características da paisagem que servirão de base para a "implantação do verde urbano e reconfiguração da floresta urbana cerratense". A aplicação da metodologia proposta permite, por um lado, "levantar as variações de intensidade fotosintética da vegetação na paisagem e, consequentemente, dos fluxos de carbono a eles afetos" e, por outro, individualizar as "áreas topograficamente mais secas" e as "áreas topograficamente úmidas e muito úmidas", proporcionando a identificação das "áreas mais propícias para intervenções em arborização urbana".

O capítulo sexto, intitulado "Mobilidade como um Serviço: Indicações de Estratégias Interventivas no Hábito de Usar Automóvel Baseadas na Revisão da Literatura", da autoria de Zuleide Oliveira Feitosa, Pastor Willy Gonzales Taco, Diego Rosa Mota e Ingrid Luiza Neto, é dedicado à discussão das problemáticas da mobilidade, nomeadamente as relacionadas com a integração de diferentes

modos alternativos de transporte e a implementação de políticas de mobilidade sustentável. Partindo da discussão conceitual baseada numa ampla revisão bibliográfica, os autores abordam os conceitos de “hábito”, no contexto das viagens e do transporte, e de mobilidade como um serviço (MaaS), ilustrando com um exaustivo conjunto de exemplos da sua implementação majoritariamente em países mais desenvolvidos europeus e norte-americanos. Relativamente à mobilidade como um serviço, os autores fazem uma síntese da sua implementação em países mais desenvolvidos, constatando “que os seis modos mais comumente observados são a bicicleta-compartilhada (bike-sharing), os automóveis compartilhados (car-sharing), o aluguel de automóveis, o transporte ferroviário, o transporte público urbano”, prática ainda com reduzida implementação em países em desenvolvimento. Consequentemente, são apresentadas algumas estratégias para implementação das políticas de mobilidade, concluindo-se da importância de “implantar a concepção de MaaS oferecendo uma visão integradora do transporte alternativo, da qual o automóvel faça parte de modo compartilhado”.

Ercilia Torres Steinke e Rafael Rodrigues da Franca trazem-nos os trabalho intitulado “Eventos pluviais extremos no Distrito Federal: desafios para adaptação às mudanças climáticas em busca de uma cidade sustentável”, no qual centram a sua atenção na análise dos fenómenos extremos relacionados com a precipitação ocorridos no Distrito Federal no período de 1963 e 2019, confrontando com os registos de alagamentos, desencadeados na sequência destes mesmos fenómenos extremos. Da análise realizada aos extremos de precipitação, que incluiu a frequência absoluta, frequência relativa e tempo de retorno, importa realçar que, no período considerado, quando se examina os eventos de chuva forte e extremamente forte, não se verificam alterações significativas evidentes ao longo de todo o período, mantendo-se a ocorrência destes fenómenos relativamente constante. Contudo, identificaram-se episódios de precipitação extremamente forte, destacando-se o ocorrido a 15 de novembro de 1963, que totalizou 132,8 mm, e o de 21 de abril de 1992, com um total diário de 131 mm. Os autores referem que estes eventos de chuva extremamente forte apresentam uma ocorrência quase anual. Relativamente aos alagamentos, da cartografia das ocorrências verificadas entre 2000 e 2019 ressalta a íntima relação com as áreas urbanizadas, centrando-se o maior número de registos históricos nos bairros da Asa Norte e Asa Sul, localizados na Região Administrativa Brasília, no Plano Piloto. Da análise de diversos exemplos ilustrativos, os autores concluem que, em muitos casos, a falta de planeamento contribuiu muito mais para a ocorrência dos desastres do que propriamente o evento pluvial em si.

Fernando Rodrigues Lima, Osvaldo Moura Rezende e Rodrigo Rinaldi de Mattos apresentam-nos um trabalho intitulado “Drenagem urbana sustentável, geotecnologias e cidades inteligentes”. Ao longo do texto os autores começam por enquadrar os conceitos de planeamento urbano e smart cities, focando a sua atenção na gestão das águas pluviais e a drenagem urbana, elucidando para

a necessidade de uma adequada gestão da dinâmica hidrológica em bacias hidrográficas urbanas, sob o risco de interrupções graves no sistema urbano, como verificamos no capítulo anterior, em Brasília. Direcionando a sua discussão para as Soluções Baseadas na Natureza, os autores abordam o conceito de Infraestruturas Verde e Azul (IVA), aplicada a diferentes escalas (escalas territorial e local), integrando-as no conceito mais amplo de "WSUD (Water Sensitive Urban Design), que envolve a integração de elementos naturais, como áreas verdes e zonas úmidas, nas áreas urbanas, para fornecer serviços ecossistêmicos". Neste contexto de procura de soluções sustentáveis para o espaço urbano, abordam a importância das geotecnologias, e especificamente os Sistemas de Informação Geográfica, aplicadas a diversos níveis, e com ênfase no "Manejo das Águas Pluviais e da Drenagem Urbana, especificamente, para a modelagem hidráulica computacional", ilustrando com o caso do Modelo de Células de Escoamento, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O capítulo 9 debruça-se também sobre os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), numa perspectiva mais ampla e metodológica de integração destas tecnologias na cartografia e análise da qualidade ambiental urbana. Lindon Fonseca Matias, Abimael Cereda Júnior e Edilson de Souza Bias discutem os aspectos conceptuais e metodológicos que estão agregados à problemática da utilização dos SIG no planeamento e ordenamento do território, focado no espaço urbano e na avaliação da qualidade ambiental, alertando para os desafios inerentes aos dados utilizados (os indicadores ambientais, já amplamente tratados noutros capítulos desta obra) e sua qualidade, bem como os problemas relacionados com a sua mensuração, apresentando diversas formas e exemplos de como os SIG podem auxiliar nesta temática. Após o enquadramento teórico, os autores avançam com algumas contribuições para a implementação de SIG no apoio à gestão dos espaços urbanos, nomeadamente a definição da infraestrutura de gestão de dados e procedimentos para operacionalização da análise de dados de cariz ambiental e antrópico urbanos, concretizando na proposta de implementação de uma "Carta de Qualidade Ambiental Urbana", ferramenta que corresponde a "uma síntese cartográfica representativa dos diversos elementos socioambientais que caracterizam a área urbana".

Seguidamente Nilson Clementino Ferreira propõe-se analisar as "Aplicações e Ferramentas Geotecnológicas para a Gestão Ambiental Urbana". O autor centra, primeiramente, a sua atenção na problemática da aquisição de dados em áreas urbanas, realçando a importância das imagens de satélite, nomeadamente as acessíveis gratuitamente e com grande resolução espacial. Refere, também, o potencial da utilização de VANT's, cada vez mais acessíveis em preço e com crescente qualidade de produtos disponibilizados para trabalhar na gestão ambiental. Aborda igualmente a questão da utilização de geotecnologias para o armazenamento e partilha de dados geográficos, reforçando o valor de utilização de bases de dados espaciais e referindo os diversos protocolos web

(servidores de mapas) para a disponibilização ao público de dados geográficos. Termina fazendo referência aos softwares de análise espacial, nomeadamente os Sistemas de Informação Geográfica, nomeadamente as ofertas open source.

O último capítulo desta obra é da autoria de Edilson de Souza Bias, Linda Soraya Issmael e Abimael Cereda Júnior e intitula-se “A integração de dados geográficos para o planeamento urbano sustentável – o que usar e como usar?”. Ao longo deste capítulo os autores abordam a temática das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE), a sua importância vital para uma gestão eficaz dos dados espaciais, fazendo um breve périplo pela evolução destas infraestruturas, com exemplos internacionais e nacionais e o suporte legal existente no Brasil. Os autores trazem também à discussão a necessidade de padronização da estrutura de dados espaciais, apresentando diversos modelos e especificações técnicas propostos neste âmbito, apresentando casos diversificados de aplicação em IDE's no Brasil, à escala nacional e municipal.

Focados em tópicos bastante pertinentes e atuais, os trabalhos reunidos neste livro constituem-se como um conjunto de contributos extremamente relevantes, quer do ponto de vista da discussão teórica em torno dos conceitos de sustentabilidade urbana, quer do ponto de vista da proposta de metodologias que operacionalizem a avaliação ambiental, através de indicadores adequados e parametrizados ou de ferramentas, nomeadamente de cariz geotecnológico, que permitam a sua implementação e articulação e integração de dados espaciais.

Estou certo de que esta obra constituirá um relevante contributo e auxílio para aqueles que, quer ao nível da investigação, quer ao nível da atuação no território, se debruçam sobre as problemáticas da gestão ambiental urbana ou estão colocados em posições que obrigam à tomada de decisões de planeamento dos espaços urbanos, apoiando a implementação de estratégias e medidas conducentes a um melhor ambiente urbano, promotor de melhor qualidade de vida e de um desenvolvimento realmente sustentável.

Guimarães, 29 de Junho de 2024

António Vieira

Departamento de Geografia – Universidade do Minho

A sustentabilidade urbana e as cidades inteligentes são essenciais no mundo atual. Com a rápida urbanização, é vital repensar o planejamento urbano, equilibrando crescimento econômico, preservação ambiental e bem-estar social. A sustentabilidade propõe harmonizar recursos naturais, qualidade de vida e resiliência dos ecossistemas. Cidades inteligentes utilizam tecnologias como IoT, big data e inteligência artificial para otimizar serviços urbanos, melhorar infraestruturas e promover participação cidadã. Estas cidades impulsionam a sustentabilidade ambiental, inclusão social e governança participativa. Planejadores e decisores devem adotar princípios de sustentabilidade e inovação. Estratégias que priorizam esses elementos são cruciais para cidades resilientes, preparadas para os desafios do século XXI. O livro "Planejamento Ambiental Urbano: Alicerces de uma Cidade Inteligente e Sustentável" reúne especialistas que exploram esses temas em onze capítulos, refletindo suas vivências e pesquisas em centros urbanos. Esta obra inspira e orienta a construção de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

