

CRITÉRIOS DE ANÁLISE DE BAIROS SUSTENTÁVEIS **Metodologia da Identificação à Seleção de Elementos Urbanos**

CRITERIA TO ANALYSE SUSTAINABLE NEIGHBOURHOOD **Methodology from Identification to Selection of Urban Elements**

Natália Fonseca

CIAUD, Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Portugal
nataliafonseca@campus.ul.pt

António Castelbranco

CIAUD, Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Portugal
aacastelbranco@gmail.com

C. Joana Mourão

*LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Edifícios & Associação para o
Desenvolvimento do Instituto Superior Técnico.*
jmourao@lnec.pt

D. Fernando Narbal

CIAUD, Professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Portugal
fernandorossi.arq@gmail.com

RESUMO

Na busca de bairros sustentáveis, é fundamental abordar o território numa escala urbana e considerar aspetos arquitetónicos, pois bairros estruturados, em que a morfologia urbana funcione dentro de parâmetros sustentáveis, também contribui com a baixa emissão de carbono. Este artigo apresenta a metodologia de formulação de um Quadro de Critérios e Indicadores para a construção ou adequação de bairros sustentáveis, visando alcançar o estatuto de “bairros clima positivo”. Para tal, utiliza-se: componentes dos princípios da Carta do Novo Urbanismo, bem como pensamentos que a sucederam; categorias do LEED-ND que influenciam ou são influenciados pela morfologia urbana e pela tipologia arquitetónica; contabilização da pegada ecológica, que auxiliam na moderação dos impactos climáticos. A análise e observação da integração desses componentes, no bairro Cidade Pedra Branca, no Brasil, integrante do Programa de Desenvolvimento de Clima Positivo (PDCP), possibilitou identificar critérios e indicadores que contribuem para a sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: Bairro Sustentável de Clima Positivo, morfologia urbana, critérios sustentáveis, Metodologia de identificação.

Linha de Investigação: 2: Cidade e Ambiente **Tópico:** Ambiente, paisagem e alterações climáticas.

ABSTRACT

In the search for sustainable neighborhoods, it's essential to approach the territory on an urban scale and consider architectural aspects, since structured neighborhoods, in which urban morphology works within sustainable parameters, also contribute to low carbon emissions. This article presents the methodology for formulating a Framework of Criteria and Indicators for the construction or adaptation of sustainable neighborhoods, aiming to achieve the status of "positive climate neighborhoods". For this, Components of the principles of the New Urbanism Charter are used, as well as thoughts that followed it; LEED-ND categories that influence or are influenced by urban morphology and architectural typology; accounting of the ecological footprint, which assist in moderating climate impacts. The analysis and observation of the integration of these components, in the Cidade Pedra Branca, in Brazil, part of the Positive Climate Development Program (PDCP), made it possible to identify criteria and indicators that contribute to urban sustainability.

Keywords: Sustainable Positive Climate Neighborhoods, urban morphology, sustainable criteria, Methodology to identify. **Thematic clusters:** .2: City and Environment **Topic:** Environment, landscape and climate change.

Introdução

Limitar o aquecimento global à temperatura média global de 1,5°C é um dos grandes desafios da sociedade atual, pois os impactos ambientais podem ser duradouros ou irreversíveis. De acordo com as recomendações apresentadas no relatório das Nações Unidas, IPCC (2018), deve-se reduzir cerca de 45% da emissão do CO₂, até 2030. Para tal, medidas de mitigação podem ser utilizadas, para reduzir o impacto na biosfera, como o equilíbrio entre o consumo energético, a utilização dos recursos naturais e a taxa de descarbonização. Essas contribuem para o desenvolvimento sustentável urbano, aprimoramento das tecnologias de eficiência energética e da elaboração de projetos com uso de fontes renováveis ou de baixas emissões implicam mudanças nas práticas do ordenamento do território, no planejamento e na infraestrutura urbana, bem como no sistema de transporte e nos sistemas construtivos de edificações, com objetivo de reduzir a demanda energética de edificações para valores entre 55-75% até 2050 (IPCC, 2018: 19).

Esses objetivos, apresentam grandes desafios para a sociedade em termos de real vontade política, econômica, social e capacidade tecnológica. Entre essas e muitas ações que convergem nesta direção, desde o movimento do Novo Urbanismo e os conceitos urbanísticos que sucederam, difundiram-se modelos urbanísticos que através dos princípios de sustentabilidade aplicados ao ambiente construído, impulsionam positivamente as alterações nas cidades. Assim, planejar cidades para o futuro exige grande compreensão de aspectos que envolvem cidadãos, serviços, políticas de transporte, geração de energia, bem como os impactos que ocorrem nos diversos níveis componentes do ambiente urbano (GUMUCHDJIAN e ROGERS, 2011; ASCHER, 2012).

Modelos de bairros sustentáveis passaram a ser projetados em busca da melhoria da qualidade de vida, paralelamente ao compromisso com o meio ambiente, alcançados pelo aprimoramento de práticas projetuais que minimizam os impactos causados pelo ambiente urbano e edificado durante seu ciclo de vida (GUMUCHDJIAN e ROGERS, 2011: 38 a 40). Muitas dessas melhorias são permitidas pelo uso de critérios e indicadores de sustentabilidade que guiam na elaboração de projetos de bairros bem estruturados, como por exemplo: sistemas de avaliação e implantação do ambiente construído, LEED-ND (*Leadership in Energy and Environmental Design – Neighborhood Development*) (USGBC, 2018).

Conforme estimativas das emissões globais para 2030, submetidas no Acordo de Paris, as metas de desenvolvimento devem ser foco mundial e cuidadosamente gerenciadas. E para auxiliar no alcance dos 17 Objetivos - ODS, alguns instrumentos e métodos podem restringir as emissões pelas questões energéticas que orientam o planejamento estratégico ecológico, como observou Mourão (2012: 55). Assim, a experimentação de ferramentas para medir o grau de sustentabilidade local, também corroboram com a contabilização e cálculos de emissão de CO₂ (direta e indireta) nos sítios urbanos.

A metodologia de contabilização ambiental, cálculo da pegada ecológica, avalia a pressão do consumo da população sobre os recursos naturais, e contribui com o planejamento urbano, visando o desenvolvimento sustentável (CASTELBRANCO, 2009). A importância da contabilização para os bairros aumenta quando há influência de fatores como: densidade populacional e construtiva, sítios vegetados e a produção energética.

A morfologia urbana e as tipologias arquitetônicas, podem e devem promover a redução do consumo energético, intervindo nos níveis de emissões de CO₂ na atmosfera e nos critérios que integram o LEED-ND, podendo compor um método de análise da relação entre sustentabilidade e espaço construído, como: (a) ilhas

de calor; (b) desempenho energético; (c) energia limpa; (d) uso e reuso de água; (e) materiais; (f) redução do território utilizado; (g) uso do solo; – e forma urbana (DIAS COELHO, 2014; SILVA LEITE, 2016): (h) tecido urbano; (i) volume edificado; (j) gabarito; (k) desenho das quadras; e (l) parcelário.

Com o surgimento do bairro Cidade Pedra Branca, no município de Palhoça (integrante da Região Metropolitana de Florianópolis SC/BR), na década de 90, o empreendimento incorpora em sua essência o modelo urbanístico sustentável com base ambiental, social e econômico, além de pertencer ao Programa de Desenvolvimento de Clima Positivo (PDCP). É um bairro de uso misto que prioriza o senso de comunidade, os pedestres, densidade equilibrada, alto desempenho construtivo, espaços públicos atraentes entre outros aspetos da sustentabilidade direcionados ao “Clima Positivo” (PEDRA BRANCA, 2014).

Para este estudo, devido aos aspetos citados acima, houve a necessidade em identificar critérios de sustentabilidade comuns entre o LEED- ND à escala do bairro e a contabilização da pegada ecológica, objetivando gerar um Quadro de Critérios e Indicadores para analisar a influência do desenho urbano, visando o seu planeamento e morfologia, relacionando o tecido urbano, diversidade tipológica das construções, densidade construtiva, gabarito, percentagem de áreas verdes e a permeabilidade para alcançar o “Clima Positivo”.

A pesquisa desenvolveu-se em duas etapas: 1) Análise do “Clima Positivo” verificado pelos critérios do LEED-ND e os elementos que contribuem para a contabilização da Pegada Ecológica; 2) Análise da Morfologia Urbana pela identificação de elementos urbanos marcantes componentes do bairro sustentável.

Os resultados dessa análise contribuem para identificar critérios sustentáveis utilizados nesta tipologia de bairro, possibilitando seu uso futuro como ferramenta para gestores municipais, arquitetos, planejadores e projetistas para intervenções de regeneração urbana e novos bairros focados no Clima Positivo.

1. Bairro sustentável positivo para o clima

O bairro é um fragmento da área urbana ou pequeno núcleo humano compactado, onde aglutinam-se diversos usos e se desenvolvem multifunções podendo ser articulados entre si de forma estratégica. Seguindo modelos do Novo Urbanismo, torna-se fundamental para o bom desenvolvimento da cidade, pelos projetos de requalificação em sítios como: quarteirões, ruas, bairros, cidades e regiões (TAHCHIEVA, 2005).

Através dos estudos realizados dos autores Jacobs (2009), Gehl (2013), Gumuchdjan e Rogers (2011), os parâmetros contemporâneos do planeamento urbano, consideram atributos quantitativos e qualitativos que afetam os sítios urbanos, sendo elencados sete conceitos para estudar bairros planejados: densidade, traçado urbano, bairro, uso misto, espaços naturais, transporte e participação popular.

Decorrentes das ações governamentais, desde o Acordo de Paris, que visam a melhoria da qualidade de vida da população pela redução das emissões e nível zero de carbono, aumentou o interesse em promover e incorporar a sustentabilidade no modelo econômico de crescimento, nas alterações climáticas, na gestão eficiente dos recursos e biodiversidade. Esses tornaram-se fatores de interação e cooperação entre diversos agentes econômicos, criando assim, parcerias entre entidades públicas e particulares (UNCC, 2019).

Então, programas de incentivo a sustentabilidade surgiram, entre eles o PDCP - esforço da Iniciativa de Planejamento e Desenvolvimento Urbano da C40 - integra projetos ambiciosos de baixo carbono, apoia a criação e implementação de comunidades urbanas em larga escala. Servindo como modelos para o crescimento de cidades ambientalmente sustentáveis e economicamente viáveis, promovendo o desenvolvimento de projetos com metas de emissão “positiva para o clima” associadas à energia, transporte e resíduos. O resultado “positivo para o clima” é alcançado pela redução das emissões locais de forma compensada e redução do CO₂ na comunidade vizinha (C40 CITIES, 2019).

Assim, surgiu o termo “Clima Positivo”, que busca medidas de emissão zero carbono, aliado ao retorno do balanço positivo entre emissões produzidas e emissões evitadas ou sequestradas, através das estratégias de energia limpa, resíduos, água, transportes, iluminação e construção eficiente que tornem o projeto autossuficientes à escala do edifício e urbana.

O PDCP abrange dezoito projetos que esforçam-se em medidas de sustentabilidade para produzir mais energia do que consomem, projetando edifícios sustentáveis de alto desempenho, transformando o lixo e esgoto em aquecimento e energia, eliminando o gás metano dos depósitos de lixo, reutilizando a água poluída para recuperar sítios contaminados e priorizando o transporte de baixo impacto (caminhada, bicicleta e transportes públicos) (CLIMATE+ DEVELOPMENT PROGRAM, 2013).

A Economia Ecológica e o IPCC contribuíram na formulação dos conceitos de Bairros de Clima Positivo pela criação e padronização internacional da unidade de valor CO₂ e outros gases GEE, também apresenta um sistema de contabilização das emissões em sítios urbanos - Pegada Ecológica (WACKERNAGEL e REES, 1996). Para tal, faz-se necessário representar o consumo de energia e de recursos em termos de área per capita, medida em hectare da área a ser analisada, considerando as categorias de Edifícios, Mobilidade e Serviços Urbanos.

2. Sistema de avaliação LEED-ND

Desenvolvido pelo US Green Building Council (USGBC), o LEED visa aferir a responsabilidade e viabilidade econômica dos edifícios, avaliar o desempenho ambiental do edificado, do ciclo de vida e lugares saudáveis para viver e trabalhar. É o sistema internacional de certificação mais utilizado no mundo e propõe orientação ambiental para o espaço construído. Busca globalizar o conceito de projeto correto e responsável para a comunidade civil, bem como certifica empreendimentos por pré-requisitos e créditos, em quatro níveis de pontuação: certificado, prata, ouro e platina (USGBC, 2011).

Em sua estrutura, engloba referências dos princípios ambientais e uso de energia, baseados em recomendações e normas dos organismos ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*), EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) e o DOE (*U.S. Department of Energy*). Contudo, sua metodologia é aplicada em condições locais visto que, cada contexto é diferente do outro (PINHEIRO, 2006).

Com o objetivo de avaliar bairros, o LEED-ND surgiu para classificar os que combinam princípios entre: Novo Urbanismo, Crescimento Inteligente, infraestrutura e construção verde. Possui cinco categorias - (1) Localização Inteligente e Articulação; (2) Projeto e Padrão de Bairro; (3) Infraestruturas e Edifícios Verdes; (4) Inovação; (5) Prioridade Regional - pré-requisitos obrigatórios e critérios de pontuação. Dispõe de créditos de

bônus regionais, que reconhecem a importância das condições locais para determinar o melhor projeto ambiental e práticas de construção, observam aspectos energéticos, recursos hídricos, conforto ambiental, materiais e recursos, bem como práticas sociais e de saúde (USGBC, 2011).

Considera-se a importância das cinco categorias de avaliação LEED-ND, pré requisitos e critérios, para alcançar o Bairro clima positivo, porém destacam-se outros elementos fundamentais para uma melhor performance do espaço construído. A relação entre o bairro e a sua morfologia urbana é um caminho para a construção e adequação de cidades focadas na sustentabilidade, bem como a baixa emissão de carbono.

3. Morfologia urbana e o desempenho do bairro

Desde o final do século XX, o planejamento urbano utiliza a morfologia, não apenas para análise dos sítios, mas também para compreender possíveis impactos e efeitos no ambiente construído. A organização dos elementos urbanos e suas características são importantes para atingir as necessidades da população e melhores desempenhos em relação aos impactos ambientais causados nas cidades.

Essa é organizada por diferentes elementos urbanos sendo caracterizados individualmente ou pela relação entre eles, aspectos da morfologia urbana e da tipologia arquitetônica influenciam no desempenho social e ambiental (BARBOSA; ROSSI; DRACH, 2014). Os principais elementos urbanos, destacados nesta investigação por contribuir em questões relacionadas às ilhas de calor e às dinâmicas urbanas, são cinco: i) tecido urbano; ii) malha; iii) quarteirão; iv) parcelário; v) edifício (DIAS COELHO, 2015a).

A relação entre espaços cheios e vazios na escala urbana resultam do tecido urbano, entendido como a organização das áreas livres da cidade e acessos irrestritos, como: traçado urbano formado pela organização das ruas; as ruas isoladamente; e espaços de lazer (praças e parques) (DIAS COELHO, 2015b). Através do tecido urbano, percebe-se o comportamento da acessibilidade urbana, compreendendo possíveis trajetos e ocupações do espaço público.

A organização do tecido urbano ocorre pelo desenho da malha urbana, entendida como: i) malha conceitual; ii) malha do sistema viário. A malha conceitual permite a compreensão da organização das ruas (sinuoso, radial ou retilíneo) (TRINDADE, 2015), fator importante para percepção das áreas urbanizadas a serem adaptadas, visando melhores desempenhos, além da mitigação dos impactos ambientais e sociais. A malha do sistema viário - organização das ruas, pistas de rolagem, e os passeios - organiza o tecido urbano em cheios e vazios, propiciando um melhor desempenho lumínico e ventilação natural, que impactam diretamente nos problemas das ilhas de calor e consumo energético nas edificações. Os materiais utilizados também impactam no ambiente construído pela sua permeabilidade e absorção de calor.

Já a malha urbana, organiza a cidade em quarteirões ocupados de diferentes formas, de acordo com o planejamento e a legislação urbanística (COSTA, 2015). A divisão do quarteirão em diferentes dimensões de parcelas, pode proporcionar um melhor desempenho relacionado à acessibilidade pelos quarteirões, volume edificado, barreiras de ventilação e iluminação (LEITE, 2015). Percebe-se que os quarteirões organizados em pequenas parcelas, impossibilitam a permeabilidade dos lotes. Além disso, as edificações tendem à ocupação máxima e verticalizada, proporcionando pouco espaço para ventilação e iluminação natural.

Essas questões se relacionam diretamente com o edifício, pelas diferentes tipologias arquitetônicas possíveis. Destacam-se três características tipológicas da edificação no contexto urbano: i) implantação; ii) gabarito; iii)

volume. Onde a implantação da edificação possibilita a organização de volumes que proporciona maior conforto térmico, distribuição da ventilação e iluminação eficientes nas edificações (BARBOSA; ROSSI; DRACH, 2014). Essa relação direta entre a implantação e o volume edificado é regido pela legislação local que determina o gabarito máximo do edificado.

A articulação entre os elementos urbanos e a tipologia arquitetônica define o comportamento das edificações em relação a ventilação e iluminação natural, promovendo o impacto direto no consumo energético que também é associado ao conforto ambiental, como estratégias passivas, conforto acústico e demais elementos que contribuem com desempenho do edificado.

Os princípios do Novo Urbanismo, são importantes para compreender o potencial dos elementos urbanos nos bairros do PDCP. No que tange o 2º e 3º grupos de princípios, relativos ao Bairro, Setor e Corredor; e Quadra, Rua e Prédio, respetivamente; a composição urbana variada pode ser alcançada pelas possibilidades de interação entre morfologia urbana e tipologias arquitetônicas, proporcionando uma ambiente de excelência ambiental e social. Ou seja, a morfologia urbana é composta por elementos que impactam na qualidade da cidade e influenciam direta e indiretamente no consumo dos recursos e na emissão de CO₂.

Analisar o bairro Cidade Universitária Pedra Branca possibilita a identificação de critérios sustentáveis da morfologia urbana e tipologia arquitetônica visando elencar indicadores de sustentabilidade para a melhoria do desempenho do ambiente construído.

4. Cidade Universitária Pedra Branca

A Cidade Universitária Pedra Branca é um exemplo no contexto brasileiro que se destaca por ter sido pioneiro na América Latina na busca em alcançar a minimização dos impactos ambientais e implementar soluções de redução da pegada ecológica, contribuindo para a sustentabilidade global. Esse foi um projeto que alcançou projeção nacional e internacional, acumulando prêmios de Urbanismo (Bienal de Buenos Aires/2007), Financial Times de Londres/2008 e outros.

Localizado no município de Palhoça, SC -Brasil, o bairro Cidade Universitária Pedra Branca (Lei nº1470/2002 de Palhoça), possui aproximadamente 1.500.000 m² e foi idealizado em 1997, com a parceria entre Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e o proprietário do terreno.

Dentre as características gerais e princípios norteadores do PDCP é importante destacar a questão da localização. No caso do bairro Cidade Universitária Pedra Branca, situado em uma cidade que integra a RMF, é criada a necessidade de deslocamento diário, casa – trabalho, para alguns moradores que não conseguem trabalhar/morar no próprio bairro, mesmo sendo esta uma preocupação do empreendimento em proporcionar esta possibilidade aos usuários. Essa é uma particularidade que pode ser associada à realidade da ocupação urbana brasileira em cidades horizontais, ou seja, que ocupam grandes porções do território.



Fig. 01 – Zoneamento e Modelação do Masterplan do Bairro Pedra Branca. Fonte: PEDRA BRANCA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS S/A (2014)

O bairro incorpora 10 princípios que norteiam o modelo buscado pela administração, sendo estes: (1) prioridade ao pedestre; (2) diversidades de usos (moradia, trabalho, educação e lazer); (3) espaços públicos atraentes e seguros; (4) diversidade de moradores (idades e classes sociais); (5) sentido de comunidade; (6) densidade equilibrada (modelo da cidade compacta); (7) harmonia entre a natureza e as amenidades urbanas; (8) sustentabilidade e alta performance do ambiente construído; (9) conectividade e integração regional; (10) estilo de vida.

Ou seja, um bairro que busca o desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades atuais sem prejudicar as gerações futuras de suprir suas próprias necessidades (PEDRA BRANCA, 2014 e COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992). Bem como, busca atingir melhores números em relação à pegada ecológica, verificação que atualmente está em análise pela administração do bairro.

Aplicou-se para o bairro o selo ambiental LEED-ND e foram observados itens nas categorias:

- a) Localização Inteligente e Articulações - Pela localização em uma área rural, sem infraestrutura de água e esgoto, esse item não foi atingido.
- b) Projeto e Padrão de Bairro - Destacam ações que priorize pedestres, espaços públicos atrativos, uso misto e o desenho adequado das circulações; aliado ao cuidado com o desenvolvimento do bairro, incorporando os princípios sustentáveis; visa um projeto com alto nível de conectividade interna (interação a escala local) e com a comunidade, mas possui reduzida conexão com o entorno.
- c) Infraestruturas e Edifícios Verdes - A administração incentiva a concepção de edifícios que utilizem práticas construtivas ecológicas, seguindo parcialmente o item de certificação verde do edifício, pois apenas dois edifícios da administração são certificados pelo LEED.



Fig. 02 – Exemplos dos princípios do Bairro Pedra Branca em funcionamento. Fonte: Adaptação de imagens do projeto e elaboração própria.

Destaca-se o papel da morfologia urbana no bairro em relação ao seu desempenho. O tecido urbano é organizado através de uma malha urbana não ortogonal, identificada como formadora de corredores de vento, visto que as edificações são organizadas em zonas de gabarito padrão e a ventilação predominante no sentido Norte/Sul, porém para aferir o real funcionamento desses corredores de vento é necessário verificações simulações e medições locais.

A volumetria das edificações possibilita o sombreamento das zonas de serviço, situada a leste do bairro. Por sua vez, proporciona uma boa iluminação natural no período da tarde nas edificações exclusivamente residenciais de até dois pavimentos. Bem como, nas edificações de uso misto que possuem até 12 pavimentos situadas a Norte e Nordeste da área de implantação do projeto.

Em relação ao parcelário, a zona exclusivamente residencial e de serviços se organizam em parcelas de menores dimensões, enquanto as zonas mistas com edificações mais altas, são organizadas em parcelas maiores. Essa espacialização das parcelas proporciona um melhor desempenho dos edifícios, pois os maiores terrenos são destinados aos maiores índices de aproveitamento que correspondem às edificações mais altas.

Já em relação à tipologia arquitetônica, mantém-se um padrão de 50% de ocupação, observando uma Taxa de Ocupação de 80% de ocupação na região leste e na área central de zona mista de serviços chegam até 60%, bem como nas regiões de áreas verdes e de lazer até 5%.

A leitura do gabarito de Nordeste a Sudoeste, análise do Masterplan do bairro, configuram edificações que se comportam da seguinte forma: 15m, 36m, 24m até atingir ao centro o gabarito de 12m. Seguindo em direção ao Sudoeste, o gabarito atinge 6m. Assim, vale destacar que o índice de aproveitamento se comporta de forma decrescente de Nordeste ao Sudoeste. As edificações configuram volumes simplificados, onde a volumetria se iguala ao gabarito das edificações, por não possuir grandes variações de altura numa mesma edificação.

Neste projeto o gabarito de 36m, 24m e algumas de 12m correspondem ao uso misto. Já as zonas edificações com altura de 15m e 12m (porção central) são preferencialmente de serviço. Enquanto que as edificações com altura máxima de 6m são exclusivamente residenciais.

Percebe-se que, o bairro busca unir princípios do Novo Urbanismo, soluções estratégicas para a pegada ecológica a fim de uma melhor performance. Destaca-se no desenho da morfologia urbana e tipologia arquitetônica, soluções que fisicamente contribuem para obter melhores resultados de desempenho.

5. Identificação de critérios e indicadores

A metodologia utilizada para a elaboração do Quadro de Critérios e Indicadores, visou estabelecer um paralelo entre as temáticas – princípios da CNU, a contabilização da pegada ecológica, o LEED- ND e o PDGP – focando nos elementos urbanos. Esta foi desenvolvida através da análise exposta no Quadro 01.

A primeira etapa, refere-se a análise do clima positivo, verificado pelos elementos que contribuem para a contabilização da Pegada Ecológica. A observação iniciou pelo processo de verificação dos elementos que contribuem para a contabilização da pegada ecológica, referentes às densidades construída e populacional, e os consumos de energia e água, considerando as categorias para Edifícios, Mobilidade e Serviços Urbanos.

A segunda etapa, contribui para a análise da morfologia urbana através da identificação dos elementos urbanos do bairro sustentável, deu-se pela observação das categorias do LEED-ND, os princípios da CNU e indicadores gerais da sustentabilidade.

Na década de 90, durante o *IV Congress for the New Urbanism (CNU)*, foram delineados 27 princípios fundamentais que integram a Carta do Novo Urbanismo, estabelecendo a essência de um projeto. Essa foi subdividida em três grupos a nível de escala urbana: 1º- região e cidade; 2º- bairro, setor e corredor; 3º- quadra, rua e edifício (RIBEIRO, 2009).

No que tange ao bairro, foram selecionados aqueles que promovem ou sofrem influência do edificado, portanto, alguns itens dos princípios do 2º e 3º níveis são apresentados no Quadro 01.

Na primeira parte da análise, apresentam-se elementos que impactam no desempenho urbano, identificados por dois critérios de análise: morfologia urbana e tipologia arquitetônica.

Em seguida, analisaram-se as categorias do LEED-ND e princípios da CNU, tendo em destaque os elementos urbanos que apresentaram influência para contabilização da pegada ecológica.

Identificaram-se quatro critérios de análise da morfologia em bairros sustentáveis - 1) tecido urbano; 2) malha; 3) quarteirões; 4) parcelário - divididos em duas diferentes escalas.

O tecido e a malha urbana foram apresentados por Dias Coelho (2015b), Trindade (2015) e Leite (2016), como elementos de percepção da cidade em uma escala ampla, compatível com a categoria da morfologia urbana presentes no LEED-ND, bem como, nos princípios da CNU, principalmente, tratando-se do Bairro, Setor e Corredor.

SELEÇÃO DOS CRITÉRIOS E INDICADORES PARA METODOLOGIA DE ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE						
CRITÉRIOS	VARIÁVEIS	LEED-ND	PRINCÍPIOS DA CNU		INDICADORES GERAIS DE SUSTENTABILIDADE	
1	Morfologia Urbana	Tecido Urbano	Desenho Urbano	2º Nível bairro, setor e corredor	P 11 – bairros compactos e conectados P 12 – caminhabilidade P 14 – acessibilidade / mobilidade P 15 – densidade / uso misto P 17 – vitalidade econômica	Consumo do solo Transporte de baixo impacto Densidade construída Ilhas de calor
		Malha Urbana		3º Nível quarteirões, rua e prédio	P 21 – desenho urbano para segurança P 23 – interação social através do desenho urbano atrativo	Consumo energético Conforto ambiental
	Quarteirões	Desenho Urbano + Infraestrutura Verde e Edificação	2º Nível bairro, setor e corredor	P 12 – caminhabilidade P 18 – diversidade de áreas de lazer	Volume edificado Consumo Energético Ilhas de calor Ventilação e iluminação naturais	
	Parcelário		3º Nível quarteirões, rua e prédio	P 19 – espaço público de uso comum P 20 – interação entre edificações P 24 – considerar clima, topografia, história e prática de construir P 26 – considerar conforto para as edificações		
2	Tipologia Arquitetônica	Implantação	Infraestrutura Verde e Edificação	3º Nível quarteirões, rua e prédio	P 20 – interação entre edificações P 24 – considerar clima, topografia, história e prática de construir P 25 – destaque de edifícios públicos P 26 – considerar conforto para as edificações	Consumo de materiais Conforto térmico Ventilação e iluminação naturais Consumo de água
		Gabarito				
		Volume Construído				

Quadro 01 – Seleção dos critérios e indicadores. Fonte: Elaboração própria.

Em uma segunda escala, a intermediária, Costa (2015) e Leite (2015), utilizam os quarteirões e o parcelário para analisar a cidade, incluindo desde o tecido urbano, organizado pelos quarteirões, até o uso da parcela, a partir da escala de organização dos quarteirões e suas edificações. Esses elementos urbanos, correspondem à organização da cidade e pretendem alcançar as categorias de Desenho Urbano e Infraestrutura Verde e Edificações existentes no LEED-ND, como também os princípios da CNU, no que tange, a Quadra, Rua e Prédio.

Nesta etapa, focou-se em perceber se os quatro elementos urbanos da morfologia do bairro já citados, influenciam principalmente na formação de ilhas de calor e no desempenho energético, bem como na definição das áreas vegetadas e na ocupação do território, a fim de solucionar os problemas.

O segundo critério de análise, tipologia arquitetônica, trata sobre as edificações no contexto urbano. Estas edificações foram analisadas conforme três características tipológicas que, segundo Barbosa; Rossi; Drach

(2014), são: 1) implantação; 2) gabarito; 3) volume edificado. Para melhor compreender, foram utilizados os critérios da CNU - Quadra, Rua e Prédio - e do LEED-ND - na categoria de Infraestrutura Verde e Edificação.

A análise da tipologia arquitetônica foi realizada para perceber como o conjunto edificado impacta no desempenho energético das edificações, destacando também a produção de energia limpa, uso e reuso de água e materiais, com o objetivo de perceber como a tipologia arquitetônica integrada contribui para o desempenho do ambiente construído e o possível alcance do *standard* de *clima positivo*.

CRITÉRIOS E INDICADORES PARA METODOLOGIA DE ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE			
CRITÉRIOS	VARIÁVEIS	OBJECTIVOS (ELEMENTOS OBSERVADOS)	
1	Morfologia Urbana	<ul style="list-style-type: none"> _ Tecido Urbano _ Malha Urbana _ Quarteirões _ Parcelário 	Observar ilhas de calor, desempenho energético, áreas verdes, redução do território utilizado, uso do solo.
2	Tipologia Arquitetônica	<ul style="list-style-type: none"> _ Implantação _ Gabarito _ Volume edificado 	Observar desempenho energético, energia limpa, uso e reuso de água, materiais, a formação de barreira física, corredores de vento, iluminação natural, além da densidade de área construída e densidade de ocupação.
CAMADAS DE ANÁLISE			
<p>Física: Documentação escrita, Desenhos, Fotos, Análise Formal.</p> <p>Social: Questionário, Observação in loco, Parâmetros de ocupação.</p> <p>Conceitual: Fundamentação teórica: PDCP, Pegada Ecológica</p>			

Quadro 02 – Quadro de critérios e indicadores. Fonte: Elaboração da própria.

A aplicação dos critérios apresentados no Quadro 02, para percepção dos indicadores, se organiza em três camadas de análise, fundamentais para uma visão geral do caso: 1) física; 2) social; 3) conceitual. Na primeira camada, foca na morfologia urbana, onde a análise ocorre pela documentação escrita, desenhos projetuais, fotos e análise formal. Na segunda camada serão aplicados questionários e levantamento de parâmetros de ocupação e observação in loco. Por fim, a última camada corresponde aos indicadores técnicos conceituais do bairro sustentável, a partir da fundamentação teórica baseada no PDCP e nos itens referentes à contabilização da pegada ecológica.

6. Discussão

A busca pela redução das emissões de GEE nos sítios urbanos, trouxe uma nova visão ao planejamento urbano, devendo ser voltado para aspectos da sustentabilidade. Desde o Novo Urbanismo, há um aumento de consciência da importância do planejamento estratégico, implantação ou adequação de bairros à sustentabilidade.

A morfologia urbana e a tipologia arquitetônica são critérios a serem observados e fundamentados pela análise de conceitos e princípios da sustentabilidade, capazes de influenciar diretamente no desempenho do ambiente construído e indiretamente na Economia Ecológica e na produção de CO₂ para a atmosfera. Ambos os critérios têm um contributo também derivado da economia, já que através da sua imagem origina as cidades e edifícios. Bem como, a regulação da economia também é a regulação dos dois critérios, embora “de baixo para cima”, tipologia arquitetônica - morfologia urbana.

A metodologia desenvolvida a partir da observação e análise do bairro Cidade Pedra Branca e do cruzamento dos princípios do Novo Urbanismo, indicadores do LEED-ND, aspetos da contabilização da pegada ecológica, bem como os princípios do PDCP que visam a sustentabilidade - com foco nos elementos urbanos da morfologia urbana, proporciona a formação do Quadro de Critérios e Indicadores para a análise de bairros sustentáveis “positivos para o clima”.

Conclui-se que, para os critérios morfologia urbana, analisa-se as variáveis correspondentes ao tecido urbano, malha urbana, quarteirões e parcelário. Já para a tipologia arquitetónica, a análise segue variáveis de: implantação, gabarito e volume edificado.

O critério morfologia urbana, se relaciona direta e indiretamente com o consumo do solo, consumo de energia, iluminação e ventilação naturais, através das variáveis: tecido, malha, quarteirões e parcelários. Por outro lado, a tipologia arquitetónica com as variáveis implantação, gabarito e volume construído, também possui relação direta com o consumo de energia, consumo de água e consumo de materiais.

Toda essa seleção focada na observação da relação dos elementos urbanos, será analisada pelas camadas de análise física, social e conceitual. O Quadro de Indicadores e Critérios, atualmente composto pela camada física, será desenvolvido nas outras camadas social e conceitual, onde cada uma constará de uma métrica de avaliação individual, podendo realizar a avaliação global de todas as três camadas. O resultado dessas variáveis, podem contribuir para futuras intervenções em bairros que visem a sustentabilidade, além de ser uma importante ferramenta de análise de bairros do PDCP.

REFERENCIAS

Obra completa

ASCHER, F. (2012). *Novos Princípios do Urbanismo seguido de Novos Compromissos Urbanos: Um Léxico*. Lisboa: Livros Horizonte.

BARBOSA, G. S., ROSSI, A. M. G. e DRACH, P. R. C. (2014). Análise de Projeto Urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-195-2010). *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 6, n.3, p. 275-287

CASTELBRANCO, A. F. A. (2009). *Contributo para a teorização da sustentabilidade da arquitectura e do planeamento territorial: Proposta para o estudo do território da bacia de drenagem a norte de Abrantes*. Lisboa: Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa. Tese de Doutoramento.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1992). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

COSTA, J.P. (2015). O Quarteirão: Elemento Experimental no Desenho da Cidade Contemporânea. En *Cadernos de Morfologia Urbana, Estudos da Cidade Portuguesa nº 1: Os elementos urbanos (122-145)*. Lisboa: Argumentum.

DIAS COELHO, C. (2015a) Os elementos urbanos: *Cadernos de Morfologia Urbana, Estudos da Cidade Portuguesa nº 1*. Lisboa: Argumentum.

DIAS COELHO, C. (2015b). O Tecido: Leitura e interpretação. En *Cadernos de Morfologia Urbana, Estudos da Cidade Portuguesa nº 1: Os elementos urbanos (13-35)*. Lisboa: Argumentum.

FARR, D. (2013). *Urbanismo Sustentável: Desenho Urbano com a Natureza (326p)*. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman.

GEHL, J. (2013). *Cidades para pessoas*. Tradução: Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva.

GUMUCHDJIAN, P. e ROGERS, R. (2011). *Cidades para um pequeno planeta*. Tradução: Anita Regina Di Marco. Barcelona: Gustavo Gilli.

JACOBS, J. (2009). *Morte e vida das grandes cidades*. Tradução: Carlos Rosa. São Paulo: Martins Fontes.

LEITE, C. (2012). *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes. Desenvolvimento sustentável num planeta urbano*.

LEITE, J. (2015). A parcela: Um instrumento de leitura dos elementos lineares emergentes. En DIAS COELHO, C. *Cadernos de Morfologia Urbana, Estudos da Cidade Portuguesa nº 1: Os elementos urbanos (147-165)*. Lisboa: Argumentum.

LEITE, J. (2016). *Ruas Emergentes. Interpretação morfológica no contexto urbano português*. Lisboa: Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa. Tese de Doutorado.

MOURÃO, J. (2012). *Planeamento do Metabolismo Urbano: Uma via para a restrição de emissões urbanas de gases com efeito de estufa*. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Tese de Doutorado.

PEDRA BRANCA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS S/A (2014). *Pedra Branca Cidade Criativa: melhorar a cidade para as pessoas (92p)*. Palhoça: Pedra Branca.

PINHEIRO, M. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente.

RIBEIRO, F. I. (2009). Do discurso da diversidade urbana à cidade-mercadoria: um estudo sobre as ideias do New Urbanism e sua transferência para o empreendimento Pedra Branca em Palhoça/SC. (194p). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis: UFSC.

TAHCHIEVA, G. (2005). Entrevista com Galina Tahchieva. *Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo nº 2 (108 -110)*. São Carlos: EESC-USP.

TRINDADE, L (2015). A malha: Fazer cidade no Portugal medieval: agentes, programa e execução. En DIAS COELHO, C. *Cadernos de Morfologia Urbana, Estudos da Cidade Portuguesa nº 1: Os elementos urbanos (58-81)*. Lisboa: Argumentum.

USGBC. (2018). *LEED Reference Guide for Neighborhood Development*. Updated July 2, 2018. Includes: LEED ND: Plan. LEED ND: Built Project.

WACKERNAGEL, M.e REES, W.(1996). *Our ecological footprint, Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island: New Society Publishers.The New Catalyst's Bioregional Series.

Fontes eletrônicas

CIDADE PEDRA BRANCA (2017). Um Pouco da História Pedra Branca - Cidade Criativa. Disponível em: <http://cidadepedrabranca.com.br/um-pouco-de-historia/> (consulta em: 24/02/2020).

CLIMATE+ DEVELOPMENT PROGRAM (2013). Framework for climate positive communities. Disponível: http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/1_Climate_Positive_Framework_v1.1_Aug_2013.original.pdf?1390706960 (consulta em: 22/02/2020).

C40 CITIES (2019). Iniciativa Urbana de Planeamento e Desenvolvimento: Programa de desenvolvimento positivo climático. Site da C40 Cities Climate Leadership Group, Inc. Disponível: <https://www.c40.org/other/climate-positive-development-program> (consulta em: 22/02/2020).

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (2019). Sumário para Formuladores de Políticas. Tradução versão em português: publicada pelo MCTIC. Brasil. Disponível em: www.ipcc.ch (consulta: 23/02/2020).

UNCC, UNITED NATIONS, CLIMATE CHANGE (2019). O que é o Acordo de Paris? Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement> (consulta em: 23/02/2020).

USGBC (2011). Leed 2009 para Desenvolvimento de Vizinhança. LEED-ND. Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/leed-neighborhood.php?doc=RaitingSystemNeighborhood.pdf> (consulta em: 24/02/2020).