

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES E
SUSTENTÁVEIS

EVANDRO NOGUEIRA KAAM

VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM PROJETOS DE
REVITALIZAÇÃO DE BROWNFIELD:
O CASO DA BRASITAL SÃO ROQUE/SP

SÃO PAULO

2022

EVANDRO NOGUEIRA KAAM

**VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM PROJETOS DE
REVITALIZAÇÃO DE BROWNFIELD:
O CASO DA BRASITAL SÃO ROQUE/SP**

**VALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES IN BROWNFIELD
REVITALIZATION PROJECTS:
THE CASE OF BRASITAL SÃO ROQUE/SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

SÃO PAULO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Kaam, Evandro Nogueira.

Valoração dos serviços ecossistêmicos em projetos de revitalização de Brownfield: o caso da Brasital São Roque /SP. / Evandro Nogueira Kaam. 2022.

82 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2022.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

1. Brownfield. 2. São Roque. 3. Revitalização. 4. Espaço público. 5. Serviços ecossistêmicos.

I. Gallardo, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo, II. Título.

CDU 711.4

**VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM PROJETOS DE
REVITALIZAÇÃO DE BROWNFIELD:
O CASO DA BRASITAL SÃO ROQUE/SP**

Por

EVANDRO NOGUEIRA KAAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis

Prof^a. Dr^a. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo–Universidade Nove de Julho–
UNINOVE

Prof. Dr. João Alexandre Paschoalin Filho– Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Prof. Dr. Giovano Candiani – UNIFESP

São Paulo, 08 de dezembro de 2022.

RESUMO

Brownfields ainda são pouco conhecidos no Brasil, embora presentes em diversas cidades. O modelo de planejamento urbano dos grandes centros fez emergir nas últimas décadas um processo de desindustrialização dos edifícios no tecido urbano, criando diversos espaços ociosos, subutilizados e que ao longo do tempo tornaram-se fonte inclusive de problemas sociais. Vários países vêm elaborando projetos de revitalização ambiental nos *brownfields*, com o intuito de trazê-los de volta ao ciclo econômico utilizando serviços baseados na natureza (SBN). Esse modelo tem ganhado espaço nas discussões de planejamento urbano sustentável pois permite a gestores, empresas e a comunidade um aumento real da qualidade de vida nas cidades, criando oportunidades de investimento e propiciando melhorias na gestão dos espaços públicos. Este estudo tem como objetivo conduzir um levantamento da infraestrutura de um *brownfields* específico, aplicando na sua revitalização SBN para trazer luz ao potencial de valoração monetária agregado ao projeto. O *brownfield* localizado na cidade de São Roque/SP – nomeado como Brasital - foi alvo do estudo por apresentar grande potencial de viabilidade na utilização de diversos serviços ecossistêmicos (SE). O complexo da Brasital apresenta ainda grande organização espacial, ambientes abertos e amplos, bem iluminados e ventilados, características que endossam o potencial estrutural da área. Este estudo utilizou um método de aplicação e valoração dos serviços ecossistêmicos ao *brownfields* Brasital, mensurando a regulação climática, a redução de escoamento, a filtragem e ventilação do ar, o sequestro de carbono e a recreação. A mensuração dos dados teve por base a vegetação, os corpos d'água e os tipos de superfície do complexo, excetuando-se apenas o serviço de recreação que foi mensurado através do número de residentes do entorno. O estudo apresenta como resultado da aplicação dos SE aproximadamente 22 milhões de reais anuais, porém há margem para aperfeiçoamento de resultados em estudos futuros se considerarmos na metodologia uma análise mais minuciosa do entorno dos *brownfields* e dos métodos de análise de cada tipo de vegetação, visto que a pesquisa admitiu valores globais. Este projeto desenvolveu espaços inclusivos, sustentáveis e tecnológicos, que são objetivos da Agenda 2030. Tais benefícios trazidos pelo uso de SE - SBN - cumprem um papel de redução das dificuldades de acesso a infraestrutura e aos serviços urbanos nas cidades, e promoção de melhorias climáticas, reduzindo a vulnerabilidade desses locais inclusive a desastres naturais.

Palavras chaves: Brownfield, São Roque, revitalização, espaço público, serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

Brownfields are still unknown in Brazil, although existing in several cities. In recent decades, the urban planning model of large centers has given rise to a process of building deindustrializations in the urban cenario, creating several idle and underutilized spaces, that over time have even become a source of social problems. Several countries have been developing environmental revitalization projects in brownfields, in order to bringing them back to the economic cycle using services based on nature (SBN). This model has gained space in discussions of sustainable urban planning as it allows managers, companies and the community to actually increase the quality of life in cities, creating opportunities to invest and providing improvements in the menagement of public spaces. This study aims to conduct a servey of the infrastructure of a specific brownfield, applying SBN in its revitalization to clarify the potential for monetary valuation added to the Project. The brownfield located in the city of São Roque/SP – named Brasital – was the target of the study because it presents great potential of viability in the use of various ecosystem services (ES). The Brasital complex also features great spatial organization, open and wide environments, well lit and ventilated, characteristics that endorse the structural potential of the área. This study used a method for application and valuation of ecosystem services on Brasital Brownfield, measuring climate regulation, runoff reduction, air filtration and ventilation, carbono sequestration and recriation. Data measurement was based on the vegetation, water bodies and types of surfaces in the complex, except for the recriational service, which was measured through the number of residentes in the surroundings. The study presents approximately 22 million reais per year as a result of the ES application, but there is room for improvement in future studies if we consider in the methodology a more detailed analysis on the brownfield surroundings, and the methods to analyze types of vegetation, since that research admitted general data for calculations. This Project developed inclusive, sustainable and technological spaces, which are objectives of the 2030 Agenda. Such benefits brought by the use of ES – SBN – play a role in reducing difficulties to access infrastructure and urban services in cities, promoting climate improvements, reducing the vulnerability of these places, including natural desasters.

Keywords: Brownfield, São Roque, revitalization, public space, ecosystem services

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1 - Abrangência e Delimitação do Conceito de Brownfields.....	17
Figura 2- Principais stakeholders na revitalização de brownfields e caminhos de implementação.....	19
Figura 3 – Cais Mauá e sua divisão em três setores – orla de Porto Alegre	22
Figura 4 - Estação das Docas pós revitalização.....	23
Figura 5 - Retrato antigo da indústria Gelomatic.	25
Figura 6 - Atual Sesc Pompéia.	25
Figura 7 - Tipos de Serviços Ecosistêmicos.	27
Figura 8 - O projeto de redesenvolvimento de brownfield Blue Gate Antuérpia.....	32
Figura 9 - Vista panorâmica da Fábrica na década de 1930.....	41
Figura 10 - Atual fachada Brasital.....	42
Figura 11 - Foto Aérea da Brasital – inclusão no meio urbano.....	43
Figura 12 - Imagem aérea da região central de São Roque.....	43
Figura 13 – Salão Darcy Penteado do Prédio 01.....	44
Figura 14 - Vista interna do Prédio 02.	44
Figura 15 - Vista das Construções Existentes.	45
Figura 16 - Vista do Prédio 04.	45
Figura 17 - Vista do Prédio 05.	46
Figura 18 - Vista aérea das edificações.	46
Figura 19 - Implantação Centro Educacional, Cultural e Turístico Brasital.	50
Figura 20: Raio de moradores na interferência ao entorno do brownfield Brasital	57
Figura 21: Interligação <i>brownfield</i> Brasital através de corredor verde até o Parque Natural Mata da Câmara.....	59
Figura 22: Torre da Caldeira de 1902 e atual vila de moradores ao fundo	64
Figura 23: Três pilares da Revitalização da Brasital	69
Tabela 1 - Fatores de valoração monetária que quantificam os serviços do ecossistema urbano de infraestrutura verde do Blue Gate Antuérpia.....	36
Tabela 2 - Resumo comparativo da aplicação do Método.....	47
Tabela 3: Brownfield Brasital, classificação das áreas de acordo com a superfície.	49
Tabela 4 - Fatores de valoração monetária usados para quantificar os serviços do ecossistêmicos de infraestrutura verde na Brasital.	51
Tabela 5 - Aplicação Cálculo Redução de Escoamento	52
Tabela 6: Aplicação Cálculo Capacidade de Filtragem e Ventilação	53
Tabela 7: Aplicação Cálculo Regulação Climática	54
Tabela 8: Aplicação Cálculo Sequestro de Carbono – baixa estimativa	55
Tabela 9: Aplicação Cálculo Sequestro de Carbono – Alta Estimativa	56
Tabela 10: Aplicação Cálculo Recreação (Lazer)	58
Tabela 11: Valoração por SE do <i>brownfield</i> Brasital	61
Tabela 12: Resumo Método do <i>brownfield</i> Brasital.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Desenvolvimento de Brownfield e Greenfield	15
3.2. Brownfields: Formação, problemáticas e potencialidades.	16
3.3. Revitalização de Brownfields – Estudos de Casos	21
3.4. Serviços ecossistêmicos no planejamento urbano.	26
3.5. Serviços ecossistêmicos na revitalização de <i>Brownfields</i>	29
3.5.1. Regeneração sobre <i>brownfield</i> em Trento, Itália	29
3.5.2. Serviços Ecossistêmicos no <i>brownfield</i> Leipzig – Alemanha	30
3.5.3. Redesenvolvimento de Blue Gate Antuérpia – Bélgica	31
3.5.4. Aplicação do framework em Distrito de Xuhui, Xangai.	33
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4.1. Caracterização da metodologia empregada em Valck et al. (2019)	35
4.1.1. Redução de Escoamento	37
4.1.2. Capacidade de Filtragem e Ventilação	37
4.1.3. Regulação Climática	38
4.1.4. Sequestro de Carbono	39
4.1.5. Recreação / Lazer	39
4.2. Caracterização Da Área De Estudo	40
4.2.1. Breve histórico	40
4.2.2. Caracterização da área de estudo	42
4.3. Aplicação do Método ao caso da revitalização da Brasital	47
4.3.1 Aplicação Redução de Escoamento	51
4.3.2 Aplicação de Capacidade de Filtragem e Ventilação	52
4.3.3 Aplicação da Regulação Climática	53
4.3.4 Aplicação Sequestro de Carbono	55
4.3.5 Aplicação do Serviço de Recreação	57
5. RESULTADOS	59
5.1. Diagnóstico da infraestrutura e do entorno do brownfield Brasital	59
5.1.1 Elementos Essenciais para revitalização de brownfields	59
5.1.2 Possíveis elementos restritivos ao projeto	60
5.2. Valoração monetária dos SE da revitalização do <i>brownfield</i> Brasital	60
5.2.1. Quantificação de serviços do ecossistêmicos	61

5.2.2. Avaliação da Valoração dos serviços ecossistêmicos	62
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	65
7. CONCLUSÃO	71
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo crescente e intenso no mundo e, em especial, no Brasil na sociedade brasileira quando comparada a outros países do mundo (CHAUVIN et al., 2017). Em 1940 a população urbana era de 26.3% e em 2000 saltou para 81,2% (PEREIRA et al., 2022). Essa expansão urbana representa modificações para o uso do solo e uma demanda crescente por habitação, mas também por outras infraestruturas como saneamento, transporte e lazer (SIQUEIRA-GAY et al., 2019).

Áreas que tiveram uso industrial ou agrícola no passado e agora se encontram imersas no tecido urbano ou periurbano, subutilizadas, representam grande potencial para atração de outros negócios e atividades, inclusive tendo o fomento de políticas públicas (BORGES et al., 2019). Essa perspectiva insere-se em processos de revitalização de áreas urbanas para novos usos, que devem ser uma estratégia pautada em desenvolvimento local e inclusivo, com foco nos interesses da sociedade (OLIVEIRA et al., 2022).

Dentre os vários tipos de espaços no município que podem ser almejados para reconfigurar o espaço urbano estão os *brownfields*. Os *brownfields* podem ser descritos como áreas que abrigam antigas edificações industriais ou comerciais que não se encontram na atualidade totalmente utilizados ou estão vagas e são oportunas para novos usos, por serem beneficiados de infraestrutura e memória urbana (PORTO, 2018). A iniciativa para ocupar ou reutilizar essas antigas edificações industriais - originados do processo de desindustrialização de algumas áreas urbanas, permite transformar e modernizar a ocupação dessas áreas dentro do planejamento urbano das cidades.

Assim a revitalização de *brownfields* é um tema de atual e relevante no planejamento urbano. Há potenciais benefícios econômicos, sociais e ambientais que podem ser auferidos nesses processos de revitalização e também pela reinserção dessas áreas ao ciclo econômico e social das cidades, podendo inclusive, contribuir com a vitalidade dos centros urbanos, recuperando funções do solo e abrigando novos espaços como, parques, praças, empreendimentos, habitações sociais, entre outros (MARKER, 2013).

Segundo Ahmad et al. (2018), há mais de 500 mil *brownfields* nos EUA que podem demandar um custo de US\$ 650 milhões para revitalização e na Europa há mais de 800 mil áreas que podem ter um custo em torno de 115 bilhões de euro para recuperação e revitalização. Ainda segundo esses autores a revitalização de *brownfields*

pode apoiar o desenvolvimento e reduzir a pressão massiva sobre áreas verdes, ou os denominados *greenfields*.

A denominação *brownfield* começou a ser difundido em meados dos nos 90, sendo que no início o uso do termo se relacionava, principalmente, a locais com características semelhantes que apresentavam solo contaminado, degradado ou subutilizado, e a revitalização desses locais surge como método para mitigar esse problema (LEITE, 2005).

Segundo Melo et al. (2019, p. 1184), “a revitalização urbana vem ganhando um forte crescimento com o passar dos anos, principalmente a partir do final do século XX com as zonas pós-guerra e o declínio das zonas de industrialização”. Segundo Vasques (2005), cidades como Paris na França, Londres na Inglaterra, Toronto no Canadá, dentre outras, são consideradas exemplos que comprovam a força em revitalizar os centros urbanos e históricos, mediante a valorização de ações para impedir a degradação e abandono desses patrimônios.

Os pesquisadores Vasques e Mendes (2004) apontam que os *brownfields* na maior parte das vezes são encontrados em áreas urbanas e apresentam – em grande parte dos casos - dificuldades em seu processo de reutilização, tanto pela baixa atração de mercado para negócios nessa área mas também por questões ambientais, visto que esses locais podem apresentar degradação e contaminação como consequência das atividades exercidas no passado.

Os *brownfields* são caracterizados por serem improdutivos, subutilizados, muitos possivelmente contaminados conforme o uso anterior, e aparecem principalmente em áreas urbanas. Quando estão em ruínas, o estado de degradação e insalubridade marca o espaço como repulsivo aos olhos. Contudo, estes locais ainda são uma chance para o reordenamento do território (VASQUES; MENDES, 2004, p 18).

Segundo Song et al. (2019), refuncionalizar estes locais abandonados demanda altos custos e um considerável consumo de energia e recursos, quando utilizadas tecnologias tradicionais de remediação, no caso de verificada a contaminação da área. Porém, a não refuncionalização de *brownfields* contribui negativamente para uma desvalorização espacial, tornando as cidades menos inclusivas, seguras e sustentáveis, em desconformidade ao determinado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (SIMS et al., 2019).

De acordo com Hammond et al. (2021) ao longo das últimas décadas muitos sistemas de suporte de decisão foram desenvolvidos para subsidiar processos decisórios sobre a revitalização de brownfields, porém esses sistemas apresentam limitações e não vêm conseguindo captar totalmente a complexidade desses sítios *brownfields*.

A busca pela sustentabilidade econômica, ambiental e social tem sido um diretriz nas políticas de desenvolvimento territorial internacionais, Estados Unidos e Europa têm firmado acordos verdes para revitalizar brownfields, destacando-se como uma das abordagens mais preconizadas para isso as Soluções baseadas na Natureza (SbN) (SESSA et al., 2022).

As SbN demonstram-se medidas promissoras e de grande aplicabilidade na revitalização de brownfields, uma vez que podem agregar tecnologias de tratamento dos problemas de degradação desenvolvendo estratégias de redesenvolvimento que sejam inclusivas e viáveis economicamente (Song et al., 2019).

As SbN são definidas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) como “ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar os ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente o bem-estar humano e os benefícios da biodiversidade” (Cohen -Shacham et al., 2016, p.2). Ou seja, as SbN pautam-se na premissa que a integração dos ecossistemas nos projetos de engenharia pode oferecer serviços ecossistêmicos que representam benefícios para a sociedade.

Os serviços ecossistêmicos (SE) representam os benefícios diretos ou indiretos que a humanidade usufrui a partir das funções que desempenham os ecossistemas (Costanza et al. 1997; Gómez-Baggethun et al. 2013; Larondelle et al. 2014; MEA 2005).

Assim, a aplicação dos SbN em projetos de revitalização pode agregar SE que, nesses casos se constituiriam em mecanismos utilizados no processo de redesenvolvimento dos espaços, uma vez que representam benefícios diretos e indiretos obtidos pela população a partir do funcionamento dos locais revitalizados. Os *brownfields* desempenham um papel particular no conjunto de espaços urbanos que podem oferecer SE que representam oportunidades de recreação, de bem estar humano e qualidade de vida dentre outros (PUEFFEL et al., 2018). A prestação de diferentes tipos SE será influenciada pelas diferentes opções de uso de áreas e de proposição de espaços verdes para reaproveitamento de *brownfields* (MATHEY et al., 2015).

Pesquisas e avaliações baseadas em literatura recente, apontam que os SE que podem ser quantificados vêm sendo utilizados para avaliar a requalificação de áreas urbanas, que inclui *brownfields*, constituindo-se a avaliação dos SE nesse contexto como ferramenta que pode contribuir no desenho de políticas de planejamento urbano sustentável (Zhong et al., 2020).

Nesse sentido, Valck et al. (2019) preconizam que projetos de redensolvolvimento de *brownfields* devam incluir infraestrutura verde (parques, praças, árvores, remanescentes florestais, dentre outros) que podem ser medidos pela valoração desses SE, contribuindo para melhorar a qualidade de vida nas cidades. Cortinovis e Geneletti (2018) ainda agregam que os SE permitem apoiar o planejamento urbano no tocante a avaliação de cenários futuros para priorizar intervenções de revitalização de *brownfields* em áreas urbanas. Zhong et al. (2020) reforçam a importância de avaliar os custos e benefícios da revitalização de *brownfields* por meio de valoração desses SE.

É crescente o uso dos SE em processos de planejamento e tomada de decisão, podendo ser citados vários trabalhos brasileiros que discutem aplicações na revitalização de rios urbanos (FLAUSINO; GALLARDO, 2021; ROLO et al., 2019; ROLO et al., 2021), na avaliação de áreas verdes urbanas (GAUDERETO et al., 2019; MARTINS et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2022), na agricultura urbana (DO NASCIMENTO MACEDO et al., 2021); na proteção de unidades de conservação pressionadas pela urbanização (PETRONI et al., 2022) e no planejamento urbano (PETRONI; GALLARDO, 2020). Essa pesquisa então busca contribuir com o entendimento dos SE no planejamento urbano, no tocante à revitalização de *brownfields*, tema ainda não explorado no país.

Para isso, selecionou-se um *brownfield* existente na cidade de São Roque (São Paulo), conhecido como Brasital. O local é um patrimônio arquitetônico industrial atualmente subutilizado, porém sem indícios de contaminação do solo e como poucas evidências de degradação ambiental. Esse local tem potencial para ser objeto de um projeto de revitalização pautado na utilização dos SE.

A Brasital – que tinha como atividade do passado uma indústria têxtil - dispõe de uma rica identidade histórica, de um grande referencial arquitetônico e de forte presença ambiental na área central da cidade de São Roque. A justificativa da escolha da Brasital como objeto desse estudo dessa pesquisa tem como premissa contribuir com a harmonia dos edifícios com o meio ambiente e ampliar as atividades sociais de estímulo a cultura,

ao lazer e a economia local, além de buscar beneficiar cada vez mais as iniciativas para uma cidade mais sustentável e inclusiva.

2. OBJETIVOS

Essa dissertação tem como objetivo geral avaliar os serviços ecossistêmicos oferecidos no projeto de revitalização do *brownfield* da cidade de São Roque (São Paulo).

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a. Diagnosticar o estado de infraestrutura e entorno da atual situação dos espaços da antiga fábrica têxtil Brasital;
- b. Realizar uma valoração monetária dos serviços ecossistêmicos aplicáveis ao projeto de revitalização do *brownfield* Brasital.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Desenvolvimento de Brownfield e Greenfield

Segundo pesquisa de Venter (2020) a definição do termo *brownfield*, compreende na prática propriedades que se encontram subutilizadas, negligenciadas e potencialmente contaminadas pela ação da degradação, seja no solo, nas construções ou mesmo em ambos os casos.

Projetos e iniciativas de revitalização dessas áreas podem ser compreendidos pelo termo “brownfield development” termo este idealizado pela Agência Americana de Proteção Ambiental (American Environmental Protection Agency -AIEPA).

Uma ideia diametralmente oposta é conhecida por Greenfield, que pode ser entendida como sendo uma área – normalmente fora dos centros urbanos – que ainda não foi alvo de nenhuma ação de desenvolvimento, e que, portanto, pode ser utilizada de formas variadas sem restrições ou adaptações no local, o que inclusive possibilita futuras expansões. E é aqui que os termos têm sua diferenciação posta com clareza.

No processo em que as empresas, a sociedade civil e os governantes decidiam onde intervir para utilização ou mesmo reaproveitamento de locais, a viabilidade econômica tinha forte impacto no processo decisório, visto que caso a tendência fosse decidir por uma área greenfield para desenvolvimento, naturalmente existiam facilidades no processo, já que esses espaços eram mais abundantes e mais próximos aos grandes centros urbanos, desde que fossem respeitadas questões de respeito ao meio ambiente.

Se por um lado as áreas de *brownfield* estavam localizadas dentro dos limites das cidades e, portanto, próximas a toda infraestrutura necessária a viabilidade de vários aspectos de projeto, por outro, trazia consigo custos associados a necessidade de adaptar tais projetos ao local de intervenção, e ajustar as ideias as restrições impostas de forma natural por se tratar da revitalização de um espaço construído anteriormente para outros objetivos.

O cenário posto hoje é o de que, empresas e poder público não baseiam mais suas decisões somente nos custos diretos e indiretos, agora, também há um olhar para a imagem associada ao projeto, visto que demonstrações de comprometimento com a sociedade civil - transformando propriedades de grande visibilidade e trazendo com as revitalizações um número considerável de facilidades e diversificação cultural as pessoas - traz benefícios mútuos tanto de visibilidade para essas marcas quanto de

impacto no cotidiano das pessoas. Portanto, esse aspecto tem papel relevante no processo de atuação das empresas na escolha de explorar áreas *brownfield*.

Outro fator determinante na comparação entre brownfields e greenfields é a atuação e a intervenção direta de cidades e estados na política de controle das áreas. A viabilidade desses projetos, a clareza no planejamento, o zoneamento correto das áreas, as pesquisas, os estudos ambientais e a infraestrutura urbana tornam possível mitigar muitos dos riscos anteriormente associados aos locais de *brownfield*, o que faz essas áreas possuírem maior nível de atratividade em comparação com áreas de greenfield. Maior poder de atratividade significa em outras palavras, que as empresas se sentem mais propensas a investimentos nos Brownfields.

Por fim, os greenfields ainda estão associados a ideia de intervenção em áreas verdes e portanto, a degradação ambiental, o que em termos de imagem corrobora para a não implementação de projetos de desenvolvimento.

3.2. Brownfields: Formação, problemáticas e potencialidades.

A revolução industrial foi um grande marco para toda sociedade pela grande mudança na capacidade de produção fabril em relação a produção artesanal. Naquele momento os modelos econômicos foram liderados pelo poder e pelo domínio dos valores liberais e capitalistas (PORTO, 2018). As antigas instalações de produção artesanal, com ferramentas e espaço menores, foram rapidamente substituídas, por máquinas com grande capacidade de produção em série e por operários que agora ocupavam-se por operar essas máquinas, consolidando assim, uma base sólida para o crescimento e avanço de centros urbanos e cidades.

A tecnologia se desenvolvia rapidamente no século XX, aprimorando e intensificando as atividades industriais, e simultaneamente o território era ocupado de forma desordenada e sem planejamento urbano. No cenário ambiental, a situação se tornava ainda mais caótica, visto que os recursos naturais eram explorados como fontes de matéria prima e energia, sem qualquer gestão ou controle (SANCHEZ, 2001).

Neste cenário, a economia sofreu mudanças naturais, e nasceu desse processo um fenômeno quase ambíguo de desindustrialização de edifícios, visto que empresas que não possuíam capacidade de investimento, inovação e especialização de mão de obra tornavam-se sujeitas a fracassar nos negócios que detinham.

As localidades estão tentando se reestruturar dentro deste novo contexto. Nesta análise é importante verificar que estas mudanças impuserem transformações nas atividades econômicas; e estas também vêm passando por período de mutação, principalmente no setor industrial, onde são incessantes as novas formas de produzir, como: aquisição de máquinas mais modernas, criação de produtos inovadores, além da necessidade de constante especialização. Quando não se acompanha esta modernização, é quase certa a falência de uma atividade econômica (VASQUES, 2009, pg.24).

Neste contexto de desindustrialização e declínio das grandes propriedades industriais, empresas e sistemas de transportes que já não funcionam, tornaram-se espaços obsoletos e abandonados, e esse problema foi intensificado também pela ocupação desordenada do solo, formando os brownfields:

Brownfields aparecem na forma de edifícios ou terreno, isolado ou em grupos, em diferentes tamanhos, em blocos ou fragmentados. A localização destas áreas é principalmente urbana, podendo também ser rural, contudo, a reutilização no meio infra-urbano facilita a reciclagem, pelo fato de existir uma pressão para que o mesmo volte a “funcionar”. Examinar as características físicas destas áreas como tamanho, uso anterior, e estado atual, ampliam a compreensão da natureza dos *brownfields*. (VASQUES, 2009, pg.37).

Em pesquisa, Sánchez (2004) apresenta a a imagem conforme Figura 1 para exemplificar o conceito, demonstrando a abrangência dos *Brownfields*.

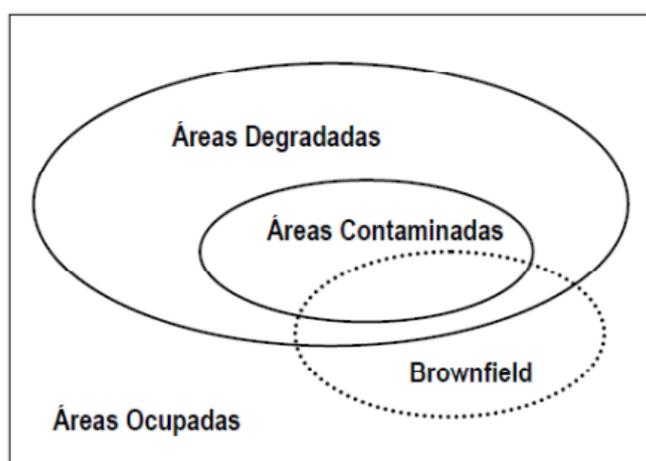


Figura 1 - Abrangência e Delimitação do Conceito de Brownfields

Fonte: Sánchez (2004)

As ações em prol de iniciativas que visassem uma resposta a esse contexto de degradação urbana foram mais amplamente organizadas em 1972, em Estocolmo na Suécia, com a chamada Conferência de Estocolmo, um evento internacional para discussão de questões ambientais, que buscava discutir estratégias fundamentais para a qualidade de vida das pessoas nos centros urbanos e as estratégias no enfrentamento da crise ambiental mundial.

Em setembro de 2015, ocorre na sede da ONU o desdobramento de um plano conhecido como Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que resultou na criação de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a base desses ODS foi o que ficara conhecido anteriormente como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) que acabaram por não atingir os resultados esperados há época, seja por questão política, ou mesmo econômica, mas que eram ricos em conteúdo técnico e prático.

A Agenda traz para o debate vários atores antes em considerados em papéis secundários, como empresas nacionais, organizações do terceiro setor e outros, e efetiva a partir dessa política a busca por um mundo que mesmo tendencioso economicamente, pode ser sustentável, com medidas que inclusive trazem na sua gênese o olhar a viabilidade econômica da proposta, com metas bem estabelecidas a serem cumpridas pelos países a médio e curto prazos.

A iniciativa da Agenda 2030 atinge todas as esferas, desde grandes cidades e regiões, até pequenas cidades, pela simples constatação de que o cuidado ao meio ambiente precisa ser um compromisso de todas as pessoas, porque o objetivo de melhoraria da qualidade de vida vai ser sempre comum a todas elas.

Os *brownfields* são clássicos entraves nos espaços urbanos das cidades, e inviabilizam a sustentabilidade que se almeja na Agenda 2030, e a cidade de São Roque, sede do *brownfield* desse estudo, é um exemplo de o quanto esses espaços atingem todos os centros urbanos, não somente das metrópoles.

Ainda segundo Vasques (2009), existe uma dificuldade para nomear estes locais, porém é possível verificar uma característica comum entre eles, a de que são espaços com grande potencial de refuncionalização.

São locais que apresentam aspectos arquitetônicos e espaciais que com seu reuso agregam positivamente a cidade, através da valorização imobiliária, reabilitação da dinâmica econômica, valorização paisagística e reciclagem construtiva.

Em resumo, atingem os objetivos estabelecidos na Agenda 2030.

O redesenvolvimento de *Brownfield* fornece oportunidades para melhores condições ambientais, da saúde física e mental e crescimento econômico. No aspecto ambiental, o desenvolvimento de Brownfield pode reduzir ambientes poluídos, a expansão urbana e ainda os efeitos da ilha de calor urbana mediante o aumento da sombra e da absorção de dióxido de carbono. (Cortinovis C, Geneletti D, 2018).

Para Marker (2013), é importante identificar e envolver as partes fundamentais, governos, pessoas, iniciativa privada, entre outros (stakeholders) nos processos de revitalização, tendo em vista que os desafios podem envolver não somente variados perfis de interessados, como a perpetuação do projeto.

“...Stakeholders são as partes interessadas, atores, grupos ou indivíduos que tem algum tipo de envolvimento direto no tema, que podem afetar ou ser afetados pelos objetivos de uma organização pública ou privada. Portanto, são essenciais para promover ou viabilizar a revitalização de brownfields.” (MARKER, 2013)

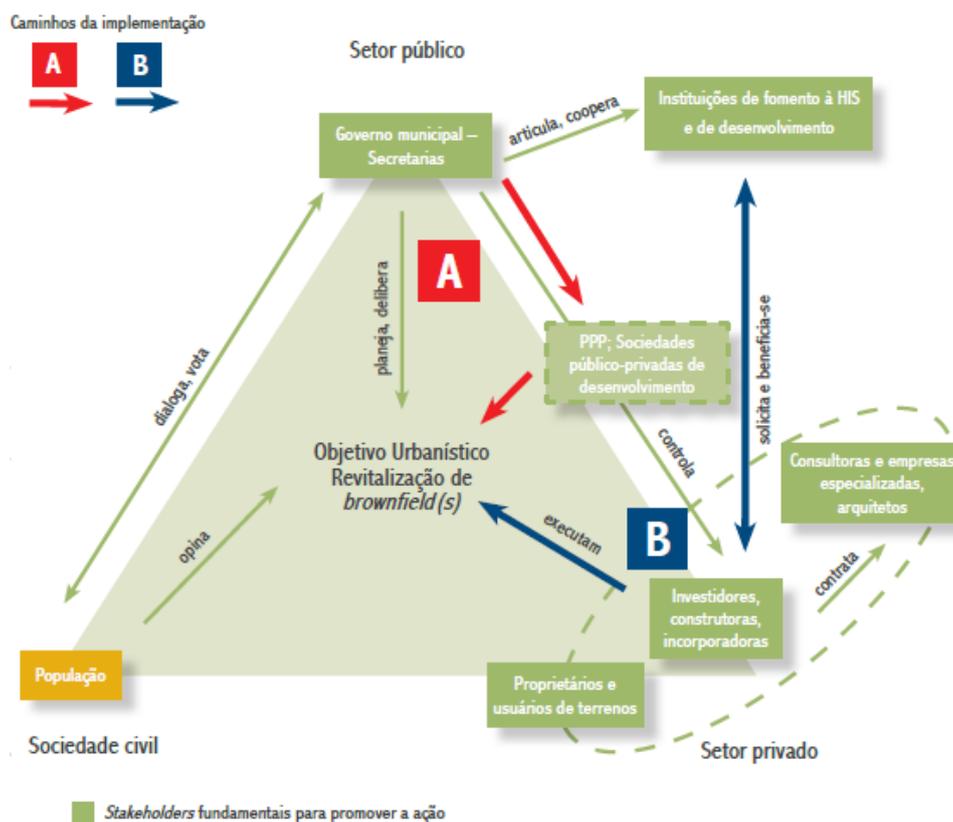


Figura 2- Principais stakeholders na revitalização de brownfields e caminhos de implementação.

Fonte: Marker (2013, p.78)

Com as pesquisas de Marker, é evidente que os grupos (governos municipais e instituições públicas, investidores, população geral e outros) têm diferentes objetivos e cumprem papéis diversos no processo de revitalização, mas que indubitavelmente quando trabalham em conjunto, promovem a sinergia necessária para a recuperação dessas áreas conforme a Figura 2.

Assim, numa primeira análise da Figura 2, o autor sugere que caso não haja aceitação por parte dos atores do seu papel no processo, gerando colaboração e compreensão das medidas para perpetuação da iniciativa, estes projetos estão sujeitos a falhar e a comprometer seu objetivo de se integrar a vida das pessoas.

Conforme alguns pesquisadores (Cowling et al., 2008; Kushner et al., 2012), argumentamos que, se a ciência espera promover a integração da abordagem de serviços ecossistêmicos para o planejamento urbano, ela deve integrar as necessidades de Stakeholders e os contextos de planejamento.

A abordagem de SE também é informativa para uma série de Stakeholders localizado nas proximidades do *brownfield*. Por exemplo, residentes se beneficiam do SE tanto em termos de qualidade de vida quanto valorização imobiliária, que de certa forma são requisitos esquecidos por abordagens de avaliação de impacto ambiental internacional (LARONDELLE e HAASE, 2012)

Poderiam ser incluídas nos recursos do *brownfield* existente, ferramentas de apoio à decisão de desenvolvimento que ainda não levam em conta os benefícios ecológicos (CARLON et al., 2007).

Washbournea (2020) descreve que desafios no desenvolvimento e na gestão de brownfields podem surgir se houver uma política de compensação no fornecimento de serviços ecossistêmicos, em outras palavras, será analisada pelos stakeholders a capacidade de um ecossistema em fornecer um determinado serviço ecossistêmico e se isso tem relevância em números, e portanto, em viabilidade. O que significa dizer que, nem todos os serviços possíveis de serem implantados serão do interesse dos atores do projeto.

Os serviços ecossistêmicos foram então classificados em cinco grandes categorias relacionadas a amplos tipos de benefícios que são mais frequentemente demandados em brownfields. Em alguns casos, essas categorias misturavam elementos comumente definidos como provisão, apoio, regulação ou serviços culturais (MEA, 2005).

As categorias foram: recreação e educação (serviços culturais); ambiente e clima (serviços de regulação e culturais); alimentos, energia e outros produtos vegetais (abastecimento e serviços culturais); natureza e vida selvagem (serviços de apoio e culturais); e adequação para o desenvolvimento (serviços de regulação). A última categoria inclui serviços impulsionados por propriedades do ecossistema que influenciam o redesenvolvimento, como por exemplo, o risco de inundações e a resistência do solo a intervenções.

SE considerados são uma adição valiosa para qualquer necessidade de tomadas de decisões de planejamento urbano, e podem ajudar muito os planejadores na busca de soluções para mitigar impactos ambientais indesejáveis.

Os espaços multifuncionais – e, portanto, com vários ambientes diversos, naturais e construídos pelo homem - são os mais indicados para projetos de brownfields, por evidente interesse dos stakeholder em explorar as possibilidades variadas, podendo viabilizar apenas com a condição de analisar os serviços de regulação, que se baseiam na análise dos impeditivos reais ao projeto.

Há também o imponderável aspecto de interferência nos serviços ecossistêmicos, motivado pelos próprios serviços, e a análise objetiva dessa interferência pode ser vista por exemplo em áreas caracterizadas por grandes gramados e edificações, estas áreas têm potencial para fornecer um desserviço à biodiversidade, mas que deve ser compensado no serviço de recreação, atraindo interesse na utilização do local e na conservação do espaço.

Assim a multifuncionalidade do local deve ser alcançada para identificar estes “tradeoffs” (trocas compensadas) de serviços ecossistêmicos, pelo papel relevante que a proposta pode trazer para o desenvolvimento e sucesso na revitalização de brownfields.

3.3. Revitalização de Brownfields – Estudos de Casos

Conforme explica Vasquez, a revitalização implica na alteração da função ou atividade do espaço, portanto, o redesenvolvimento busca o melhoramento dessa área, com mudanças e alterações nos espaços construídos degradados, com o potencial reuso do solo improdutivo e na busca de crescimento por novos investimentos.

Tais acomodações requerem, às vezes, adequações por parte do espaço construído: demolições (supressões), reformas (superposições) e acréscimos (acumulações). No entanto, a cada contexto também corresponde um conjunto

de critérios, que determinam o que demolir, reformar ou acrescentar. As alterações a serem feitas nesse sistema de valores reordenam o conteúdo, atribuindo a cada elemento uma nova posição hierárquica, que é, essencialmente, de cunho funcional (EVASO 1999).

Estes espaços, como já fora mencionado, apresentam grande potencial de reutilização, com vários exemplos, tanto nacionais quanto internacionais de projetos de comprovado sucesso na reciclagem de áreas antes degradadas, e que agora se estabelecem inseridas na dinâmica das cidades.

Seguem exemplos:

a) Cais Mauá

Localizado na cidade de Porto Alegre, e ocupando cerca de setenta quilômetros de extensão na orla marítima, estão setorizadas as dezenove partes do Cais.

O foco desta intervenção diz respeito ao setor quatro, que apresenta junto a região central da cidade o maior número de barreiras visuais e físicas, envolvendo acesso à população, mobilidade urbana, turismo, revitalização de espaços abertos e edificações que fazem parte do patrimônio histórico. Este estudo de revitalização de *brownfield* subdividiu o setor quatro em três novos setores conforme Figura 3.



Figura 3 – Cais Mauá e sua divisão em três setores – orla de Porto Alegre

Fonte: Google Imagens, 2022

O Setor 1 denominado “Docas” é destinado a uma área de estacionamentos (1) que supri a nova demanda advinda de mais três torres comerciais que foram instaladas numa área anteriormente frigorífica (2, 3 e 4).

O Setor 2 denominado “Armazéns do Cais do Porto” foram propostos espaços de lazer (6), de gastronomia (7), de educação (8) e artesanato (9), este setor foi projetado a

este fim por colaborar para a manutenção dos prédios como valor histórico e arquitetônico, além de contar com infraestrutura de mobilidade urbana para uso do local.

O Setor 3 denominado “Gasômetro” foi pensado para abrigar atividades comerciais e de serviços, pela característica das edificações, que pela arquitetura baixa se integra melhor com o ambiente portuário e as suas conexões com praças e avenidas adjacentes.

b) Estação das Docas - Pará, Brasil

Iniciado em 1990, a Estação das Docas (Belém – PA), pertence ao projeto de revitalização da cidade como um todo. A antiga área portuária de Belém encontrava-se em total abandono, degradação e obsolescência, o que favorecia atividades e ações ilícitas no local, afetando negativamente a região.

A refuncionalização deste *brownfield* transformou um espaço em um complexo de lazer e turismo que abrange a região central da cidade, potencializando investimentos imobiliários não só no local, mas de seu entorno imediato.

O grande desafio na revitalização do espaço foi o de equilibrar o potencial de rentabilidade, o desenvolvimento sustentável e uma demanda da população por espaços que mantivessem os princípios culturais, ambientais e sociais.

E apesar dos desafios, o engajamento dos atores políticos e da sociedade, foi capaz de gerar cultura e lazer a região, além de criar aos paraenses um símbolo de memória e identidade social como demonstra a Figura 4 (PORTO, 2018).



Figura 4 - Estação das Docas pós revitalização.

Fonte: Uchoa Silva, 2000.

c) Mooca e Ipiranga

Esta é uma proposta de redesenvolvimento de uma área referente ao eixo ferroviário entre os bairros da Mooca e do Ipiranga na cidade de São Paulo.

A proposta tem por objetivo a implantação de um parque linear por toda a orla ferroviária, tendo em vista que a área oferece grandes oportunidades econômicas para o setor imobiliário, ainda que carregue problemas ambientais, como contaminação do solo, altas temperaturas, problemas com enchentes e má qualidade do ar, a região tem grande importância na mobilidade urbana da cidade.

“A revitalização de áreas contaminadas é uma ação importante, que conduz à sustentabilidade urbana, já que estes espaços abandonados, subutilizados, degradados e estigmatizados pela contaminação podem ser reinseridos na dinâmica urbana, voltando a ser aptos a exercer uma função social, desde que os cuidados necessários para combater a contaminação sejam implementados, adequando a qualidade do solo anteriormente contaminado para futuros usos...” (ARAKI, 2010)

Estratégias de desenvolvimento sustentável para sistemas de drenagem através de reuso, detenção e retenção de água, e um sistema de mobilidade pensado para integrar o parque, as novas edificações comerciais e os sistemas de transporte são alguns dos objetivos do projeto.

O estudo de projeto teve a necessidade de abranger um novo regramento de construções para a área, além de toda reestruturação dos *brownfields* da antiga edificação antes sede da Companhia Antarctica, e do edifício pertencente à Conab (Companhia Brasileira de Abastecimento), desativados, mas em bom estado e porte.

d) SESC Fábrica Pompéia

A partir da década de 1960 em virtude essencialmente da desindustrialização, muitas fábricas foram desativadas, e a indústria Gelomatic foi um destes casos, levando seu imóvel em desuso a leilão e aquisição pelo Serviço Social do Comércio - SESC.

A revitalização desse *brownfield* teve início com a contratação da renomada arquiteta Lina Bo Bardi, responsável por projetar nos antigos galpões fabris novos espaços culturais e de lazer, conhecidos hoje como Sesc Pompéia. (VASQUEZ, 2005).

A construção de tijolos vermelhos aparentes, as grandes janelas, as paredes alinhadas às calçadas, todas estas características foram preservadas como

testemunhos para a população que em breve se apropriaria daqueles espaços, encontrando neles as ‘pistas’ para desvelar um passado não muito distante – a da imigração européia, da repressão e longos turnos de trabalho nas fábricas, das reivindicações e manifestações operárias (Vasquez, 2005, p.131).

Segundo Vasquez (2005), a conquista da revitalização deste imóvel fez com que a experiência de revitalização dessa antiga Fábrica como podemos comparar na Figura 5 com a Figura 6 se tornasse referência em se tratando de refuncionalização de edifícios industriais localizados em grandes centros urbanos como São Paulo.



Figura 5 - Retrato antigo da indústria Gelomatic.

Fonte: Carvalho Ferra, 1994.



Figura 6 - Atual Sesc Pompéia.

Fonte: Site Sesc Pompéia.

3.4. Serviços ecossistêmicos no planejamento urbano.

Um ecossistema representa a união de plantas, animais, micro-organismos e elementos (solo, água, ar), sendo assim, os serviços ecossistêmicos são estratégias que geram benefícios diretos e indiretos através da correlação entre estes componentes, ou seja, eles representam a utilização do recurso natural no ambiente em que estes estão inseridos.

Alguns exemplos claros e objetivos deste mecanismo são: controle de erosão, regulação da água e do clima, controle do escoamento de água, aumento da qualidade do ar, entre outros (ANDRADE, 2012).

A metodologia para os serviços ecossistêmicos considera o impacto dos fluxos biofísicos na sociedade (BAKER et al., 2013) Isso é particularmente relevante quando comparados a diferentes projetos de redesenvolvimento de potenciais *brownfield* onde a infraestrutura verde é usada para gerir tais fluxos.

Os espaços verdes urbanos são locais que contribuem para o cumprimento de metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da ONU. Estes espaços são ambientes que podem incrementar a oferta de SE, os quais são essenciais para promover o bem-estar humano e um ambiente terrestre saudável. (NASCIMENTO et al., 2022).

Com o crescimento acelerado e desordenado das cidades, é possível analisar efeitos negativos na qualidade de vida da população associados a deterioração da biodiversidade presente nestes locais. Com isso, as áreas urbanas juntamente com seus serviços ecossistêmicos tendem a expressar significativa relevância nesta situação, ofertando para a população alternativas qualidade de vida, respeito ao meio ambiente, além de espaços para recreação e lazer (MUNÕZ; FREITAS, 2017).

Além disso, as áreas verdes nas cidades atuam como redutoras de impactos ambientais tanto em grandes centros urbanos como pequenas cidades a partir do fornecimento de serviços ecossistêmicos, em que se destacam a purificação do ar, retenção de partículas sólidas em suspensão, absorção de dióxido de carbono, proteção contra ventos e chuva, diminuição da poluição sonora, proteção do solo contra erosão, manutenção do equilíbrio microclimático, valorização estética e paisagística do local e conservação e conhecimento da biodiversidade. (Munõz; Freitas, 2017. p. 91)

Conforme estudos de Gaudereto et al. (2019), a abordagem de serviços ecossistêmicos fornece uma estrutura útil para avaliar o status da área verde, permitindo estabelecer metas e priorizar estratégias para melhorar o funcionamento ecológico dessas áreas e para promover sustentabilidade e saúde no ambiente urbano. Ainda, a valorização dessas áreas verdes urbanas poderia repercutir positivamente em aspectos de saúde.

Os serviços ecossistêmicos são estruturados em quatro categorias conforme a Figura 7 (MEA, 2005), que englobam questões socioeconômicas e ambientais, e que serão abordadas neste estudo por meio de levantamentos quantitativos:

- Provisão: correspondem a todos os tipos de materiais (alimentos, energia, água, etc.) produzidos pelo meio ambiente e consumidos pelos cidadãos.
- Regulação: Estes serviços são reguladores das condições ambientais naturais, sendo assim influenciam no equilíbrio climático, na manutenção da qualidade do ar, na disponibilidade de água, na qualidade do solo, etc.
- Cultural: Nesta categoria, seus principais benefícios são aproveitados de maneira indireta, pois estão relacionados com o sentido de recreação e turismo ecológico.
- Suporte: São serviços ecossistêmicos necessários para que outros serviços existam, correspondendo a formação de solo e habitats, produção de oxigênio, biodiversidade de espécies, etc.

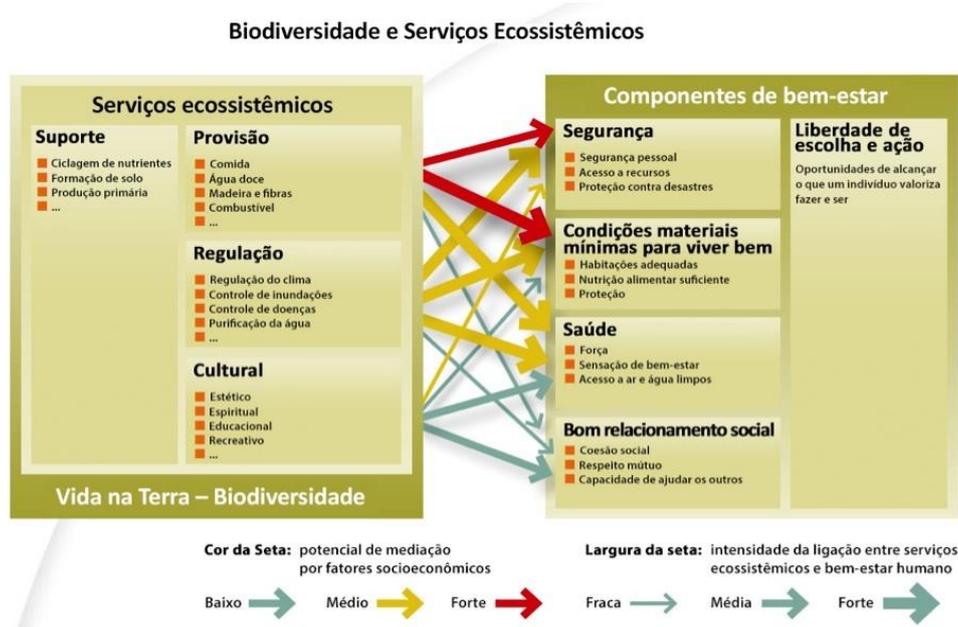


Figura 7 - Tipos de Serviços Ecossistêmicos.

Fonte: Traduzido de MEA – Millennium Ecosystem Assessment, 2005

Segundo Munõz e Freitas (2017), nos últimos anos o conceito de serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais, tem ganharam força, por conta de uma maior conscientização da população mundial, ora fruto de consciência da importância da boa relação entre o homem e o meio ambiente, mas eventualmente também devido aos diversos impactos ambientais que já apresentam consequências negativas.

Praças e parques urbanos têm sido destacados na literatura como potenciais áreas verdes na oferta desses serviços ecossistêmicos. A governança ambiental dessas áreas verdes urbanas envolve a qualidade desses espaços, e, se for direcionada à promoção de melhores espaços verdes, infraestruturas e equipamentos pode ampliar as funções sociais e ambientais dessas áreas. (MARTINS et al., 2020).

Segundo Flausino e Gallardo (2021), os serviços culturais de interações pessoais, lazer, contemplação e espaço para manifestações são os mais percebidos frente àqueles que revelam influência para além do ambiente local e temporal como diversidade cultural e valores religiosos, espirituais e de educação.

Políticas públicas recentes em países em desenvolvimento surgiram para enfrentar os desafios de fornecer serviços ecossistêmicos relacionados a água em áreas urbanas. Algumas iniciativas, como o Plano Brasileiro de Adaptação às Mudanças Climáticas, destacam que drenagem urbana sustentável é uma estratégia chave para promover cidades sustentáveis. (ROLO et al., 2020).

Para Rollo et.al (2019), a revitalização dos rios e córregos urbanos assume um papel relevante na busca pela sustentabilidade e resiliência nas cidades. Não obstante o quadro de degradação ambiental que afeta seus cursos d'água, as cidades também estão sofrendo os impactos de outro relevante fenômeno que deteriora a qualidade ambiental, as mudanças climáticas. Para enfrentar as mudanças climáticas, além das medidas de mitigação, faz-se premente a adoção de medidas de adaptação.

Conforme exemplifica Souza et.al (2018), programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) vem consolidando-se como estratégia para valorizar e gerenciar os recursos naturais, exemplo este as atividades de recuperação da qualidade dos cursos de água promovidas pelo Programa Córrego Limpo, geram serviços ambientais diversificados e importantes para a preservação do ecossistema urbano e com valor de mercado, onde observa-se que há uma ampla gama de oferta de serviços ambientais em todas as categorias de serviços ecossistêmicos. Outro exemplo conforme Macedo et.al

(2021), é através da Agricultura Urbana e Periurbana que representa uma importante produção agrícola nas zonas periféricas urbanas, contribuindo para ampliar a segurança alimentar, resiliência urbana e renda. A Agricultura Urbana e Periurbana também associa serviços e desserviços ambientais que devem ser considerados no planejamento urbano, cujo Plano Diretor Estratégico incentiva essa prática.

3.5. Serviços ecossistêmicos na revitalização de *Brownfields*

Nessa seção destacam-se alguns casos de estudos em que os serviços ecossistêmicos foram considerados elementos-chave para a revitalização de brownfields.

3.5.1. Regeneração sobre *brownfield* em Trento, Itália (CORTINOVIS e GENELETTI, 2018)

Trento é considerada uma cidade de médio porte e como característica ela possui um vale intensamente urbanizado que abriga cerca de 70% da população, incluindo suas áreas industriais, comércio e por consequência sua infraestrutura de transporte.

A natureza próxima das áreas urbanas é uma característica marcante da cidade, porém não são todos os bairros que recebem este benefício ambiental, nos subúrbios do norte por exemplo, as áreas são caracterizadas por massiva presença industrial e agrícola, com uma defasagem considerável na oferta de serviços e espaços públicos.

O desafio atual da região são as consequências trazidas por eventos climáticos extremos, como ondas de calor e inundações urbanas. (CORTINOVIS e GENELETTI, 2018). E por essa razão a cidade tomou por iniciativa – disposta inclusive na sua política de planejamento urbano incentivar a criação dos brownfields.

Foram identificadas na época treze áreas que foram denominadas como “locais de requalificação urbana”, e a justificativa por consequência da ação no local era prevenir o aparecimento de problemas urbanos sociais, econômicos e ambientais associados a degradação das áreas centrais.

Este estudo de caso teve como base a revitalização utilizando os serviços ecossistêmicos urbanos (SEU) e o seu foco principal foi a recreação, por conta da sua óbvia interferência na viabilidade econômica dos projetos.

Nos últimos anos é notório observar a valorização das áreas verdes públicas, e o intuito de Trento era proporcionar oportunidades para todos os cidadãos obterem mais qualidade de vida vivendo nos centros urbanos.

O processo de revitalização dos brownfields em Trento não se baseou exclusivamente na recreação, as novas áreas verdes urbanas, criaram um cenário onde foi possível atuar na temperatura da região, produzindo um resfriamento sobre o entorno, e

por consequência, atuou para mitigar os efeitos das ondas e das ilhas de calor urbana. (CORTINOVIS e GENELETTI, 2018).

O resultado da implantação dos novos espaços verdes trouxe o resfriamento da infraestrutura urbana, o efeito do resfriamento prevaleceu na área mais urbanizada da cidade, o fundo do vale, onde os Brownfields estão localizados, e a presença de florestas e proximidade do rio Adige foi decisiva nesse processo. Essa região – mais populosa – também apresentou, o melhor desempenho quando a recreação foi implantada, nesta parte da cidade estão os parques urbanos as margens dos rios, e se apresentam como uma importante ciclovias turística, bem frequentada para corridas, pelo ciclismo esportivo e pelas práticas de patinação.

Portanto é possível afirmar que a introdução dos brownfields e das políticas de revitalização dos espaços abandonados conferiu a Trento e sua a região melhoria dos níveis de qualidade de vida e economia de retorno sustentável para a administração da cidade e do entorno.

3.5.2. Serviços Ecológicos no *brownfield* Leipzig – Alemanha (CATHARINA et al., 2018)

Áreas de brownfields vem em uma crescente global, especialmente em cidades em processo de encolhimento por conta do declínio pós-industrial, como por exemplo Chicago - Illinois e Leipzig. WASHBOURNE (2020).

Este estudo de Catharina et al. (2018), teve como principal objetivo identificar o uso de serviços ecológicos urbanos (SEU) em áreas abandonadas, porém com potencial para se tornarem acessíveis ao público e, portanto, conferir envolvimento os cidadãos na identificação e valorização dos espaços atualmente subutilizados.

Foram mapeados 12 locais considerados com brownfields na cidade de Leipzig, utilizando um aplicativo para smartphone. O mapeamento avaliou inclusive os motivos pelos quais os usuários comprariam a ideia de redesenvolvimento da região em relação as características do local e da vizinhança.

Os serviços recreativos eram presumivelmente mais fáceis de entender por que descreviam atividades específicas às quais o usuário poderia se referir, devido ao pouco conhecimento social sobre o potencial impacto ambiental positivo para o local.

Catharina et al. (2018) explicita que este é o primeiro estudo de caso a analisar SEU em diferentes brownfields através de aplicativo de smartphone, que com o uso da tecnologia examinou quais características do local poderiam determinar os diferentes

padrões de uso de SEU e sua valorização, e qual o papel dos brownfields no conjunto múltiplo de espaços verdes urbanos e o impacto positivo que isso traz.

3.5.3. Redesenvolvimento de Blue Gate Antuérpia – Bélgica (VALCK et al., 2019)

O Blue Gate Antwerp é um antigo porto de petróleo – abandonado e severamente contaminado, que acomodou atividades relacionadas ao armazenamento e a refinaria de petróleo bruto e vários dos seus derivados. (VALCK et al., 2019)

A contaminação do local tinha níveis tão severos afetando o solo que a possibilidade da utilização de estratégias de remediar o problema de forma passiva - que poderia a médio e longo prazos ter atenuado o problema pela simples ação natural do tempo e a interrupção das atividades que contaminavam o solo tornou-se ineficiente. Essa contaminação também restringia a implementação de uma infraestrutura verde sem que antes o local sofresse uma intervenção nesse solo, na tentativa de reduzir a concentração de contaminantes para níveis que atendessem limites regulamentares no curto prazo, e isso se deu na prática com ações de escavação e substituição do solo contaminado por solo descontaminado.

O complexo anteriormente era usado como “facility” das indústrias de petróleo e gás e hoje tornou-se um centro industrial sustentável e ecoeficiente que investe em pesquisa e desenvolvimento de práticas que colaboram com o meio ambiente, abrigando empresas que se integram aos programas ambientais propostos ao uso responsável dos recursos naturais da região.

O projeto de redesenvolvimento inclui um parque empresarial, um centro de distribuição de mercadorias adjacente ao rio Scheldt que liga o local a cidade de Antuérpia e um corredor verde que liga o complexo à reserva natural Hobokense Polder conforme demonstra a Figura 8.

No estudo de caso elaborado por Valck et al. (2019), foram avaliados e quantificados valores econômicos de cinco serviços ecossistêmicos urbanos (SEU) para a implementação de projeto de redesenvolvimento no local. E as avaliações desse estudo foram conduzidas utilizando como modelo a ferramenta “Nature Value Explorer”.

O estudo de caso incluiu três tipos de infraestrutura verde, sendo elas um novo corredor verde, novos canais para auxiliar no escoamento de água e a implementação de telhados verdes, esses serviços ecossistêmicos tinha por objetivos principais conectar o Blue Gate Antuérpia a reserva natural periférica a ele, fornecer uma condução mais adequada de água, tanto para escoamento quanto para utilização da água como meio para

se alcançar melhores níveis de filtragem de ar e regulação do clima, além de aproveitar estruturas como telhados verdes e florestas do entorno para sequestro de carbono da atmosfera e redução de calor nos edifícios.

Por fim, com o objetivo claro de atrair as pessoas para o local e tornar as atividades ali parte do cotidiano da vizinhança e da cidade, a recreação também foi utilizada como estratégia no redesenvolvimento desse *brownfield*, visto que o valor desse serviço de tem potencial para exceder em muito a dos outros serviços ecossistêmicos, por conta da necessidade de criar condições para que as pessoas tragam viabilidade econômica para a manutenção dos novos espaços.

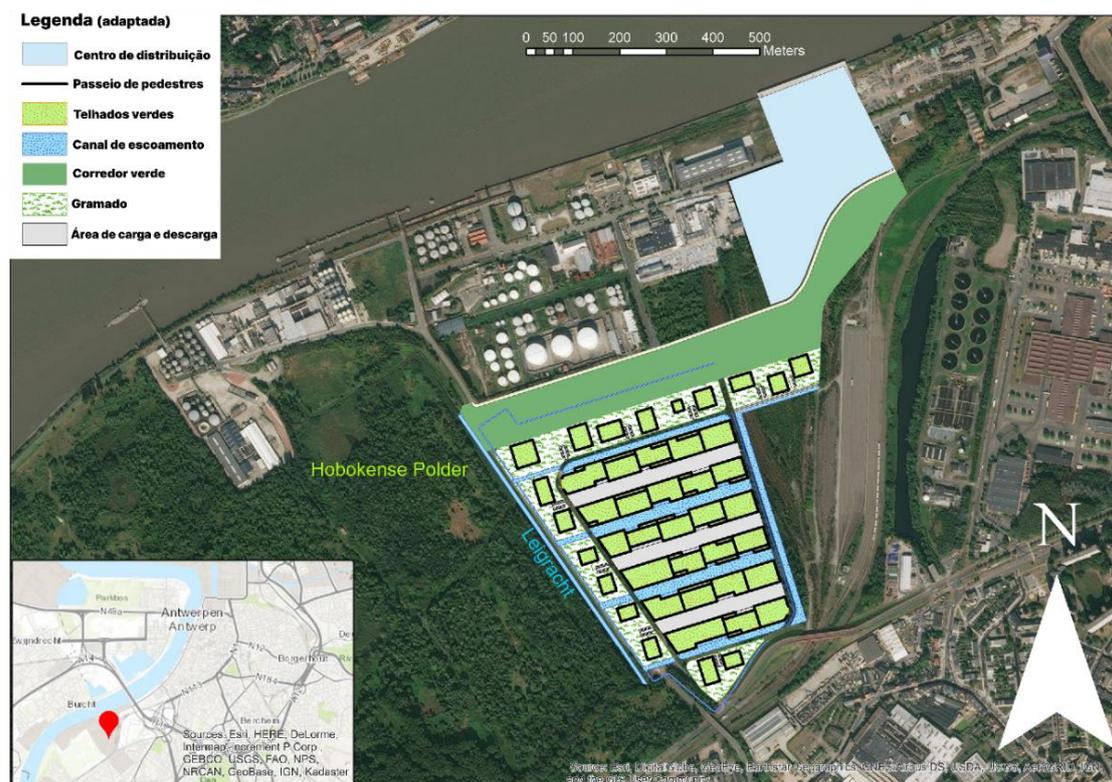


Figura 8 - O projeto de redesenvolvimento de brownfield Blue Gate Antuérpia.

Fonte: Valck et al. (2019)

O projeto de revitalização teve início em 2011 com a limpeza do rio, que possibilitou – por conta da disponibilidade de água no local - a instalação de um parque industrial, que teve como uma de suas metas, o apoio a empresas que buscavam o aperfeiçoamento dos chamados “Circular Flows” (fluxo circular), que são sistemas integrados que tem por objetivo transformar os resíduos produzidos nas empresas em matérias primas a serem utilizadas pelas outras empresas do local ou mesmo fora dele.

O Blue Gate Antwerp tornou-se um modelo de sucesso por conta da colaboração público-privada no desenvolvimento do projeto, criando um modal eficiente e eco responsável na gestão dos empreendimentos industriais.

3.5.4. Aplicação do framework em Distrito de Xuhui, Xangai. (QICHENG et al.,2020)

O distrito de Xuhui, localizado na região sudoeste da área urbana central de Xangai, apresenta uma área de 54,93 km² com uma população de mais de 1 milhão de pessoas. A região é famosa por seu setor industrial, sua exploração comercial e de serviços.

Xangai é uma área densamente povoada e com bons números de desenvolvimento urbano, porém existe na cidade a demanda pela criação de espaços verdes como forma inclusive de se antecipar a potenciais problemas econômicos, ambientais e sociais.

A utilização de projetos de brownfields talvez seja uma das opções mais viáveis neste cenário, visto que transformar locais deteriorados em novos espaços verdes seja uma estratégia que vai impactar a cidade nas próximas décadas.

Existem vários tipos de brownfields, com potenciais diferentes espalhados pelo distrito de Xuhui. E este estudo de caso teve como objetivo apoiar o planejamento e formulação de políticas de futuras ações para o reuso de brownfields.

Para realizar a avaliação conceitual de serviços ecossistêmicos, a partir de uma perspectiva sistêmica, foram combinados a valoração de serviços ecossistêmicos, a análise de custo-benefício econômico e a análise de padrões espaciais.

Os resultados do estudo sugeriram que uma parte considerável dos projetos de *brownfield* precisam ser implementados nas áreas mais populosas e viáveis economicamente, por conta da presença de público nesses espaços, e conseqüentemente sua manutenção a médio e longo prazos, ao invés de apenas em zonas de construção ecológica, isso com o intuito de proporcionar mais serviços culturais e regulatórios para a população, podendo formar uma melhor rede de espaços verdes urbanos.

Os resultados da pesquisa podem refletir espacialmente o valor relativo próximo da realidade dos serviços ecossistêmicos na escala urbana, e não refletindo um valor teórico na escala local.

Acredita-se que os resultados quantitativos e comparáveis da pesquisa possam ser úteis para apoiar o planejamento, a definição de políticas e elaboração de projeto detalhados para brownfields.

Portanto o estudo busca aperfeiçoamento do modelo de redensolvimento dos brownfields, com a intenção de torná-los viáveis a longo prazo, integrando essa política de planejamento urbano as metas das cidades por conta da sua viabilidade inclusive econômica.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Métodos de avaliação são fundamentais para auxiliar governos, organizações e pesquisadores no desenvolvimento de práticas e soluções econômico-sociais para desenvolvimento de projetos. A metodologia tem ampla aplicação para exemplificar através de dados reais sobre os efeitos das mudanças que propostas geraram e seus potenciais benefícios aos cumprimentos dos objetivos.

O método empregado neste estudo está alinhado a uma tendência recente de discussão das vantagens que projetos desenvolvidos sob os conceitos de infraestrutura verde, SbN e SE – e, portanto, associados ao desenvolvimento sustentável – agregam valor à saúde e bem-estar da sociedade.

Assim, o método utilizado nesse trabalho é de pesquisa aplicada a um estudo de caso. O caso selecionado é o da revitalização da Brasital (São Roque – SP). Para avaliar os serviços ecossistêmicos na revitalização desse *brownfields*, escolheu-se o referencial proposto por Valck et al. (2019).

Na escolha dos SE e nos cálculos que embasam a geração dos resultados, este estudo tem por modelo a mesma metodologia aplicada no projeto “Blue Gate Antuérpia” – elaborado por Valck et al. (2019). Este serviu de base pois reúne características semelhantes a Brasital; o passado fabril das edificações, a viabilidade da utilização de todos os serviços ecossistêmicos aplicados no estudo belga e a reserva natural preservada nas imediações de ambos os espaços são fatores determinantes a mescla dos estudos.

4.1. Caracterização da metodologia empregada em Valck et al. (2019)

Segundo Valck et al. (2019), o local a ser revitalizado denomina-se Blue Gate Antwerp é situado em Antuérpia na Bélgica sendo um antigo porto de petróleo, instalações de armazenamento e refinaria que se encontra abandonado e tem indícios de contaminação do solo. A área possui 113 ha, dos quais 50ha dos quais estão sendo gradualmente remediados e devem ser reconstruídos de 2014 a 2035. A remodelação completa deverá incluir a construção de um parque empresarial, um centro de distribuição de mercadorias e um corredor verde que envolve diferentes elementos de infraestrutura verde para melhorar o escoamento superficial e para conectar áreas verdes existentes. Valck et. al. (2019) utilizou cinco SE em sua pesquisa que serão utilizados, porém, de forma adaptada a Brasital e ao seu contexto.

Todas as informações de entrada para os procedimentos de cálculo têm por fonte documentos e modelos utilizados especificamente para o projeto. O estudo possui o

recurso de um mapa do local – o que possibilita uma melhor compreensão do proposto - e este mapa é formado por diferentes tipos de áreas com variadas características paisagísticas. As áreas de superfície e de corpos d'água foram utilizadas como dados primários para a maioria dos indicadores, exceto para o serviço de recreação.

Uma abordagem menos detalhada foi utilizada para o canal de escoamento, que fora baseado no estudo hidrológico do local, que descreve as capacidades de recarga hídrica do corredor verde e do canal de escoamento, geralmente sem contabilizar os tipos de vegetação nessas zonas.

O corredor verde e o canal de escoamento foram projetados e dimensionados de acordo com as chuvas anuais esperadas e o potencial para um evento de chuva intensa. Esse modelo hidrológico é considerado um relato preciso da capacidade de recarga hídrica, e, portanto, os dados de escoamento e recarga foram utilizados para obtenção dos resultados práticos.

O detalhamento do cálculo utiliza os indicadores como subseções. Dentro de cada subseção estão descritos procedimentos específicos de cálculo para as três zonas de infraestrutura verde. As suposições utilizadas em cada tabela são descritas antes da exposição dos dados coletados. Na grande maioria dos cálculos, os insumos ou áreas de superfície, são multiplicados por fatores de ponderação e detalhados em cada serviço selecionado.

Por fim, as áreas fatoradas são resumidas e convertidas em valores monetários (Euro) baseados em um único fator de avaliação como resultado. Os cálculos que não seguem essa sequência são descritos com mais detalhes nas suas sessões.

Tabela 1 - Fatores de valoração monetária que quantificam os serviços do ecossistema urbano de infraestrutura verde do Blue Gate Antuérpia.

Traduzido - VALCK (2019)

Serviços Ecossistêmicos	Métrica	Valor Por Unidade (€)
Redução de Escoamento	m ³ /ano	€ 0,52
Capacidade de Filtragem e Ventilação	kg/ano	€ 72,00
Regulação Climática	m ² /ano	€ 0,21
Sequestro de Carbono	kg/ano	€ 233,00
Recreação (Lazer)	visitas/ano	€ 4,50

Existem diferentes tipos de avaliações monetárias aplicáveis conforme exposto na Tabela 1, e tais modelos de avaliação possuem fatores de entrada de dados derivados do estudo de Valck et. al. (2019). Porém cabe ressaltar que os serviços serão sempre mensurados em função da área, do tipo de superfície e da quantidade de árvores no local.

4.1.1. Redução de Escoamento

Os cálculos de redução de escoamento foram baseados em superfície generalizadas. Esses cálculos consideraram a recarga do valor médio anual de precipitação de 800 mm, segundo meteorologia prevista para a Bélgica.

Para efeitos de cálculo, as superfícies impermeáveis permitem uma recarga anual de 50 mm, ou seja, correspondente a 6% do valor médio de precipitação da região em um ano. Outro dado, é que nos corpos d'água e nas áreas de vegetação, a recarga anual registrada gira em torno de 300 mm, volume este correspondente a aproximadamente 38% do valor médio anual de precipitação. Já para as superfícies dos corredores permeáveis e corredores verdes, a recarga calcula fica em 250 mm, representando 31% do valor total.

De acordo com o projeto de redesenvolvimento do local, apenas um terço dos telhados do edifício incluirá cobertura verde, assumindo assim, uma recarga de 50% do valor médio anual de precipitação. Esse fator é muito mais relevante do que os fatores utilizados nas outras zonas de infraestrutura verde. Cabe apontar que em nenhum dos documentos de referência fornecidos, há maiores detalhes sobre o modelo de cobertura verde desses telhados (como tipo e profundidade de substrato, tipo de vegetação etc.). Por essa razão, fora necessário aplicar uma suposição para o caso, utilizando padrão de telhados verdes conhecido.

4.1.2. Capacidade de Filtragem e Ventilação

O serviço de filtragem e ventilação de ar para cada uma das três zonas de infraestrutura verde é calculado com o mesmo procedimento da redução de escoamento, ou seja, de acordo com a classificação das superfícies.

A vegetação tem um papel fundamental na diluição da concentração de contaminantes do ar, uma vez que atua não somente como filtro do ar, mas também por sua ação de interromper o fluxo do ar, ação esta que contribui para um fenômeno de turbulência e mistura do ar, que dilui as concentrações de poluentes. Portanto, objetivamente, esses dois papéis importantes - filtração e ventilação - norteiam esse serviço ecossistêmico.

Os cálculos de filtragem do ar utilizam o tipo de superfície e as áreas apontadas, assim multiplicadas então pela capacidade de redução de PM10 (partículas inaláveis de diâmetro inferior a 10 micrómetros (μm) que constitui elementos de poluição atmosférica) de superfícies com vegetação é quantificado em quilogramas de PM10 filtrado por hectares anualmente.

Assim, é possível calcular – com a aplicação do método - uma avaliação baseada em custos de saúde que foram evitados, sem a perda de produtividade econômica e em decorrência de terem sido evitadas mortes por doenças respiratórias e cardiovasculares associadas a emissões de PM10 (MICHIELS et al., 2012).

4.1.3. Regulação Climática

Os cálculos locais de regulação climática utilizam os tipos e áreas de superfície descritos, incluindo um fator de avaliação da regulação para árvores e outras superfícies verdes em se tratando dos potenciais de economia de energia.

Uma vez que há um pouco de variação em termos das áreas de superfície, uma observação não tão minuciosa do cenário apresentado já nos faz concluir que devido a grande variação de áreas e superfícies não arbóreas, o modelo aplica não somente o fator de avaliação, definido por um fator de média das medições, mas também de um fator de ponderação, que é demonstrado na abordagem da ferramenta Nature Value Explorer, e que busca seus parâmetros também na opinião de especialistas locais.

Esse SE é fundamental como moderador do clima da região, visto que atua para redução do impacto negativo no solo – proveniente dos acúmulos dos gases estufa – na temperatura do ar - e conseqüentemente na umidade atmosférica - e no combate as famosas ilhas de calor, tão presentes nos centros urbanos. O fenômeno da ilha de calor por exemplo, ocorre por conta da grande quantidade de superfícies duras (impermeáveis), que retém o calor e tem grande dificuldade de dissipação de energia, ocasionando aumentos consideráveis de temperatura, o que geralmente resulta em uma última constatação numa vizinhança com distúrbios de sono, estresse e demais riscos associados a saúde.

Um dos modelos mais bem sucedidos de regulação climática é o da aplicação dos Telhados Verdes nas edificações. Eles são usados com o intuito de reduzir a temperatura, e essa redução pode chegar a aproximadamente 0,5°C. O efeito de isolante térmico desse serviço e da evapotranspiração do calor forte liberando umidade na atmosfera pode atuar por exemplo para mitigar a necessidade de ventilação mecânica nos ambientes. Outro

aspecto interessante é que a vegetação desvia a radiação solar que incide sobre as superfícies atenuando o aumento de temperatura e fornecendo sombra. Isso fará uma moderação natural da temperatura durante os meses de verão intenso, o que diretamente propiciará economia de energia e conforto térmico.

4.1.4. Sequestro de Carbono

Capturar o gás carbônico (CO₂) da atmosfera passou a ser uma meta desde os ditames da conferência do clima em Quioto – 1997, onde esforços para contenção do efeito estufa - através de ações práticas entre os países para conter e reverter os efeitos do aquecimento global com a consequente diminuição da emissão de CO₂ da atmosfera - tornaram-se metas globais de cooperação entre os países.

Existem formas naturais e artificiais de promover a captura do CO₂ da atmosfera, e a forma natural mais comum está associada as florestas e suas árvores, que no processo de crescimento demandam – e, portanto, consomem - considerável quantidade de carbono, mas por outro lado, em sendo desmatadas tais áreas, as árvores liberam uma quantidade muito grande de CO₂ na atmosfera, causando assim um cenário de degradação.

O procedimento de cálculo de sequestro de carbono utiliza a área das superfícies onde encontram-se vegetações. Os insumos são multiplicados pela absorção estimada de CO₂ por tipo de superfície e área tanto para uma estimativa baixa quanto para uma estimativa elevada. As estimativas baixas e altas para cada tipo de superfície são então valorizadas de acordo com um fator de avaliação baixo e alto (€100 e € 366, respectivamente) antes de serem somadas em um total. A saída final é o ponto médio entre os dois totais.

4.1.5. Recreação / Lazer

Diferente dos demais, este cálculo não é resultado do tipo de superfície ou área. Neste serviço ecossistêmico, é utilizada a distância dos moradores até as entradas do local, que também é adotado no 'Nature Value Explorer'.

O cálculo considera a distância das pessoas até a entrada do *brownfield* sendo que o primeiro passo a considerar é o número de moradores que é dividido em 4 buffers de distâncias (400m, 800m, 1600m e 3200m), e portando, os resultados são independentes e são considerados uma única vez.

O segundo passo é calcular a distância média euclidiana dos moradores dentro de cada tampão, e, portanto, a distância até a entrada da área de lazer para cada morador é somada e dividida pelo número total de moradores desse grupo. O passo decisivo vai de

encontro a aplicação do fator de ponderação. Fator que pressupõe que a atratividade de um local recreativo diminui à medida que a distância para chegar ao local aumenta (efeito distância-decaimento).

Aplica-se um fator de ponderação que está definido através do calco em: 1(hum) dividido pela distância média de entrada (em metros) de cada grupo de residentes de acordo com os 4 buffers definidos no estágio anterior, multiplicados por 200.

Para determinar o número de visitas, multiplica-se o número total de residentes pelo fator de ponderação e uma média de 50 visitas por residente ao ano. Assim o total de cada grupo é somado para uma resultante do número total de visitas.

Por fim, a estimar tal resultante, o valor final multiplica-se a valoração monetária da Tabela 1 para obter o valor considerado para a recreação através do SE.

4.2. Caracterização Da Área De Estudo

4.2.1. Breve histórico

A antiga Companhia Industrial de São Roque iniciou suas atividades em 1892, pelo comerciante italiano Enrico Dell'Acqua, e a ideia era tornar o local a primeira fábrica de tecidos de algodão da América Latina.

A escolha do local no município surgiu da indicação de Quirino Aguiar, comerciante membro do Conselho Municipal de São Roque. Quirino relatou alguns fatores geográficos que viabilizariam a implantação da fábrica têxtil na cidade, sendo tais fatores a proximidade com a capital, reforçada pela ferrovia Sorocabana; os incentivos fiscais e facilidades que a Câmara Municipal atribuiria; além do interesse de um “grupo de moradores dispostos a subscrever ações da empresa que se fundasse” (DEZEN KEMPTER, 2011).

A empresa Dell'Acqua adquiriu a chácara em dezembro de 1890, com aproximados 235 mil metros quadrados junto ao Rio Aracaí, que garantiria o fornecimento da água, antes fundamental para a movimentação das turbinas, que em conjunto com os motores a vapor, viabilizariam o movimento dos teares. A conhecida Brasital, apresenta extremo valor para quem? Coloque fonte quando adjetivar assim senão parece viés, não somente pelo seu terreno estratégico para as antigas atividades desenvolvidas, mas também pelas suas inovações nas soluções construtivas para a época em que foi edificada conforme Figura 9 (DENZEN KEMPTER, 2011).



Figura 9 - Vista panorâmica da Fábrica na década de 1930.

Fonte: Biblioteca Municipal

O sistema estrutural é baseado em perfis metálicos e pilares de ferro fundido, os quais foram importados da Inglaterra que detinha características padronizadas como a dos pavilhões, que permitiram a rapidez de execução das obras (SANTOS, 1939).

O complexo industrial apresenta grande organização espacial, com ambientes abertos e amplos, bem iluminados e ventilados e com a presença de aberturas zenitais (sheds). Características que reafirmam o potencial estrutural da Brasital, fora o fato de que a sua construção arcaica ainda viabiliza diversos usos funcionais na atualidade.

Em novembro de 1904 e janeiro de 1905 a fábrica passou por um momento conturbado por conta da sucessão na firma e das reformas administrativas implementadas, ocasionando um processo de demissões em massa que culminaria com o seu fechamento.

Naquela época, o impacto abalou a cidade em geral, que girava financeira e comercialmente em torno da Brasital. Porém após alguns meses de suspensão e renegociações entre a direção da empresa e seus operários, a fábrica foi reaberta (SANTOS, 1939).

As atividades têxteis da Brasital, com o uso do algodão, das máquinas e da autoenergia, sucumbiram a chegada de novas tecnologias, principalmente por conta dos preços competitivos agora advindos do rayon e do nylon. Assim sendo, em agosto de 1970, a mencionada indústria têxtil encerra suas atividades na cidade de São Roque.

Somente em 1986, o então prefeito Mario Luis de Oliveira, levantou a aquisição da fábrica desativada com o propósito de beneficiar a cidade de São Roque com um espaço público voltado a cultura e turismo. (DENZEN KEMPTER, 2011).

O antigo complexo têxtil passou por diversas reformas e chegou a abrigar inclusive a Biblioteca Municipal Professor Arthur Riedel.

No ano de 1999, ocorreu a última grande reforma, onde receberam denominações específicas, o salão do palco de Auditório “Regente Gentil de Oliveira” e o salão de exposições “Darcy Penteadó”, além de reforço no sistema de iluminação que fora instalado junto aos prédios e a mata circundante. A Figura 10 demonstra atual fachada do local.

Apesar de diversas tentativas de reformas, usos e ocupações, a Brasital pode ser considerada ainda um entrave espacial bem demarcado na cidade, porém com um grande potencial para torná-lo vital aos cidadãos.



Figura 10 - Atual fachada Brasital.

Fonte: foto retirada em março de 2021.

4.2.2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo é uma antiga indústria têxtil localizada na região central da cidade de São Roque como demonstra as Figuras 11 e 12, que dispõe além de uma grande área verde preservada, edificações históricas não apenas pela conservação, mas também pela arquitetura.

A extensão territorial de aproximadamente 198.000 m² de terreno conta com 9.770,93 m² de área construída dividida em cinco prédios.



Figura 11 - Foto Aérea da Brasital – inclusão no meio urbano

Fonte: foto retirada em março de 2021.



Figura 12 - Imagem aérea da região central de São Roque.

Fonte: Adaptado do Google Maps 2021.

O Prédio 1 - com 7.442,50 m² - tido como o principal prédio da Brasital, antigamente abrigava a produção têxtil da fábrica, com teares, engomadeiras e tinturarias.

O edifício é composto por grandes salões de estrutura metálica, permitindo um melhor aproveitamento do espaço, pois esse modelo estrutural permite maiores vãos livres. É possível observar na figura 14 que o local tem bastante presença de iluminação natural, por conta dos diversos Alpendres.

A edificação tem porte para abrigar pavilhões de exposição, anfiteatros, auditórios e outros, porém encontra-se em desuso atualmente.



Figura 13 – Salão Darcy Penteado do Prédio 01.

Fonte: Foto retirada em março 2021

No prédio 2 - de 1.422,84 m² - funcionavam as oficinas mecânicas, o almoxarifado, aulas de costura e a marcenaria conforme Figura 14.

Na época, esse conjunto de galpões era fundamental para a manutenção das dezenas de engrenagens que geravam energia, e para que tanto os pisos, as mesas quanto as cadeiras de madeira se mantivessem em perfeito estado e bom funcionamento.



Figura 14 - Vista interna do Prédio 02.

Fonte: Foto retirada em março 2021

O prédio 3 - com 559,17 m² era da administração da indústria e contava inclusive com dormitório dos diretores e colaboradores estrangeiros, que vinham ao Brasil para negociar as vestes e deliberar sobre os rumos da produção.

Atualmente, a fachada do prédio 3 na figura 16, este edifício é a sede do Departamento de Educação e Cultura da cidade.



Figura 15 - Vista das Construções Existentes.

Fonte: Foto retirada em março 2021

O prédio 4 na figura 16 - com 41,12 m², a menor instalação da Brasital - servia de depósito de máquinas e de ferro velho da empresa.

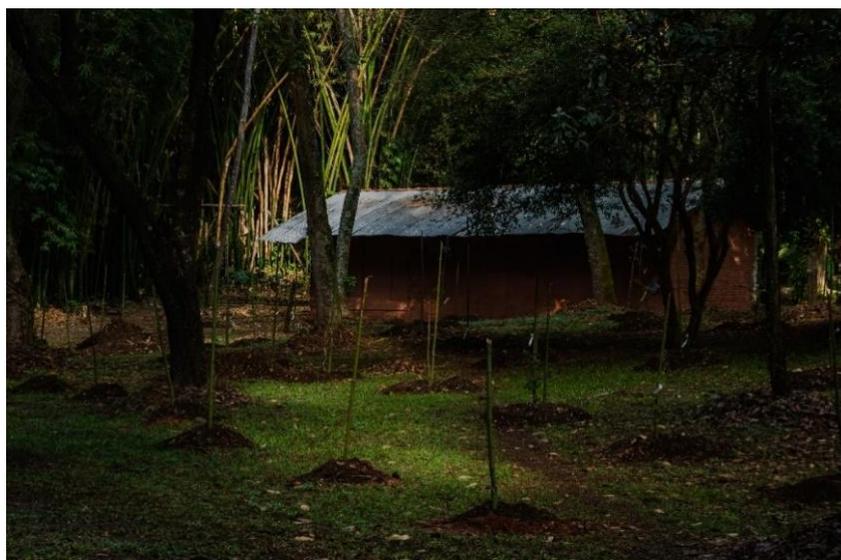


Figura 16 - Vista do Prédio 04.

Fonte: Foto retirada em março 2021

O prédio 5 - com 305,30 m² - abrigava a cooperativa de consumo dos funcionários da tecelagem, a cabine de energia e a entrada ao estacionamento. Hoje é o espaço mais bem aproveitado do complexo, pois funciona como Posto de Atendimento ao Trabalhador (PAT), Banco do Povo Paulista e Posto de atendimento do Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas empresas – SEBRAE como pode-se notar através das placas de identificação na figura 17.

Por fim, na figura 18, podendo observar todas as edificações através de uma foto aérea.



Figura 17 - Vista do Prédio 05.

Fonte: Foto retirada em março 2021



Figura 18 - Vista aérea das edificações.

Fonte: Foto retirada em março 2021

4.3. Aplicação do Método ao caso da revitalização da Brasital

Adaptando a metodologia de pesquisa De Valck et al. (2019), este estudo de projeto aplicou cinco tipos de serviços ecossistêmicos ao brownfield de São Roque. Todos os SE a serem medidos terão por base a vegetação, os corpos d'água e as áreas de superfície.

Tabela 2 - Resumo comparativo da aplicação do Método

	Proposta do Valck (2019)	Proposta Brasital	Medida de mensuração do Serviço Ecossistêmico
Serviço Ecossistêmico analisado	Ambos usados recursos de um mapa do local – o que possibilita uma melhor compreensão do proposto - aponta os diferentes tipos de áreas e as características de superfície, vegetação e corpos d'água.		
Redução de Escoamento	A precipitação média anual na região na Antuérpia, que registra 800 mm.	A precipitação média anual para São Roque, está em torno de 13.390 mm	custos evitados com infraestrutura de drenagem e eventual medida de purificação da água no período de um ano.
	As superfícies impermeáveis permitem uma recarga anual de 50 mm, nos corpos d'água e nas áreas de vegetação, a recarga anual registrada gira em torno de 300 mm, já para as superfícies dos corredores permeáveis e corredores verdes, a recarga calcula fica em 250 mm e os telhados verdes (um terço das edificações) 400mm.	Proporcionalmente ao método proposto considerando que a precipitação da região é maior, 87,5 mm aplicado as superfícies impermeáveis, 525 mm para as áreas mais permeáveis como corpos d'água e floresta, 437,5mm para as demais áreas e telhados verdes 6695mm.	
	Todas essas áreas foram somadas e convertidas em valores monetários.		
	Valoração por m ³ /ano de R\$ 2,68		
Capacidade de Filtragem e Ventilação	Os cálculos utilizam o tipo de superfície e as áreas apontadas. Assim multiplicadas então pela capacidade de redução de PM10 (partículas inaláveis de diâmetro inferior a 10 micrómetros que constitui elementos de poluição atmosférica) de superfícies com vegetação. É quantificado em quilogramas de PM10 filtrado por hectares anualmente.		avaliação baseada em custos de saúde que foram evitados, sem a perda de produtividade econômica e em decorrência de terem sido evitadas mortes por doenças respiratórias e
	Todas essas áreas foram somadas e convertidas em valores monetários.		

	Valoração por kg/ano R\$ 370,80	cardiovasculares associadas a emissões de PM10
Regulação Climática	Foram usadas as áreas de acordo com cada superfície, incluindo um fator de avaliação de regulação climática para regiões arborizadas e para superfícies verdes variadas. O cálculo é baseado no potencial de reserva de energia. Ao final, aplica-se um fator de ponderação, para então a resultante ser transformada na valoração do serviço.	economia de energia, visto se tratar de uma quantidade de serviço medida em valores monetários, em vez de apenas traçar relação de valor com relação a redução da temperatura.
	valor da energia média na Europa	valor da energia média no Brasil
	\$ 225,00	R\$ 410,64
Sequestro de Carbono	Os insumos são multiplicados pela absorção estimada de CO ₂ por tipo de superfície e área com um fator de ponderação, assim após para uma estimativa baixa quanto para uma estimativa elevada	O resultado prático dessa metodologia faz o fator de sequestro de carbono ser mais acurado, e, portanto, sintetizar melhor as reais condições para captação do CO ₂ .
	O método proposto sem adaptações, O procedimento de cálculo de sequestro de carbono utiliza a área das superfícies onde encontram-se vegetações. Os insumos são multiplicados pela absorção estimada de gás carbônico (CO ₂) por tipo de superfície e área tanto para uma estimativa baixa quanto para uma estimativa elevada.	
	O ponto médio da absorção é o valor final da valoração do SE.	
	Valoração por toneladas de CO ₂ R\$ 1.293,15	
Serviço de Recreação	Para definir o número de residentes: utiliza-se a distância dos moradores de suas casas até a porta de entrada do brownfield revitalizado. O número de moradores é dividido de acordo com um raio em 4 buffers (400m, 800m, 1600m e 3200m)	Valor considerado para a recreação através do serviço ecossistêmico por número de visitantes residentes no entorno do local.
	Aplica-se um fator de ponderação que está definido através do calco em: 1(hum) dividido pela distância média de entrada (em metros) de cada grupo de residentes de acordo com os 4 buffers definidos no estágio anterior, multiplicados por 200.	
	Assim para estimar o valor final do serviço ecossistêmico: multiplica-se o número de residentes, pelo fator de ponderação, associados a uma média de 50 visitas de residentes ao ano	
	Valoração por número de visitas/ano R\$ 24,98	

Para mensurar os serviços ecossistêmicos, foi utilizado na pesquisa o apoio dos softwares Autodesk Autocad, Adobe Photoshop e Google Earth, que farão a captação de imagens de satélite e a geração dos mapas, imagens e possibilidades de cálculo dos valores de base de cálculo, como evidencia a Tabela 3.

Tabela 3: Brownfield Brasital, classificação das áreas de acordo com a superfície.

Categoria	Tipo de superfícies	ÁREAS (m²)
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3.260,00
	Superfície impermeável (construções)	6.520,00
	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21.277,28
CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4.267,90
	Superfície úmida/encosta	2.106,27
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12.814,20
	Área verde seca (trilha)	4.405,00
	Floresta	147.911,00
Total Áreas		202.561,60

Os mapas do Autodesk Autocad apresentam várias características paisagísticas e descrições das zonas analisadas conforme figura 19, que inicialmente para mensuração dos dados de entrada vão aplicar as áreas de superfície e suas classificações.

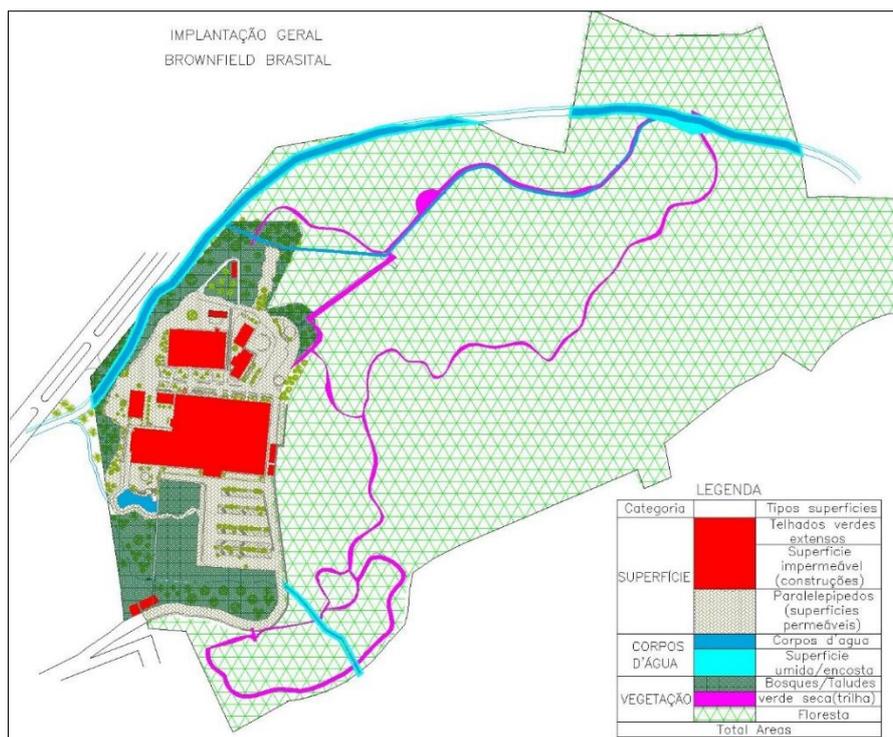


Figura 19 - Implantação Centro Educacional, Cultural e Turístico Brasital.

Fonte: Próprio autor

Os mapas também apresentarão a vegetação e os corpos d'água presentes no local, o que vai possibilitar a soma e posteriormente a conversão do valor em caráter monetário, que serão apresentados na tabela 4, que converteu para o Real (R\$) os valores mensuráveis, e, portanto, não mais abstratos.

Na mensuração dos serviços referentes a recreação foram utilizados softwares livres para exposição de dados, imagens e outras ferramentas através do QGis e Google Earth, que são softwares com código-fonte aberto multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

Tabela 4 - Fatores de valoração monetária usados para quantificar os serviços do ecossistêmicos de infraestrutura verde na Brasital.

Serviços Ecossistêmicos	Métrica	Valor Por Unidade (R\$) ¹
Redução de Escoamento	m ³ /ano	R\$ 2,89
Capacidade de Filtragem e Ventilação	kg/ano	R\$ 399,60
Regulação Climática	MWh/ano	R\$ 410,64
Sequestro de Carbono	tonelada/ano	R\$ 1.293,15
Recreação (Cultural)	visitas/ano	R\$ 24,98

4.3.1 Aplicação Redução de Escoamento

O objetivo de avaliar esse SE na Brasital está diretamente relacionado à capacidade que o local possui de retenção positiva – isto é, a capacidade de infiltrar mais água no solo virgem - nos picos de chuvas da região, controlando os fluxos de escoamento e agindo para a melhoria da retenção de nutrientes tanto para o solo – com a manutenção e incremento da zona de umidade - quanto para a floresta e sua biodiversidade.

A precipitação média anual para a cidade de São Roque, segundo dados, está em torno de 13.390 mm conforme os “dados climáticos para cidades mundiais”. Esse valor é maior em comparação a região estudada na Antuérpia, que registra 800 mm de média.

No cálculo apresentado na Tabela 5, foram adaptadas as proporções referentes a precipitação de água para 13.390mm (região de São Roque), de acordo com as superfícies determinadas. Assim correlacionado com o método da Antuérpia no qual será considerado proporcionalmente, 87,5 mm aplicado as superfícies impermeáveis, 525 mm para as áreas mais permeáveis como corpos d’água e floresta, e 437,5mm para as demais áreas. Para os locais onde foram aplicados os telhados verdes (um terço das edificações), valor médio de 50% de retenção da precipitação média anual será contabilizado.

Os valores da precipitação são convertidos em m³ e multiplicados pela área, suas resultantes somadas e multiplicadas pela valoração.

¹ Nota: valores adaptados e convertidos do Euro para Real, com base no câmbio do dia 11.11.2022.

Tabela 5 - Aplicação Cálculo Redução de Escoamento

	Precipitação anual (mm)	13390	Redução de Escoamento		
	Valoração por m ³ /ano	R\$ 2,89			
	Categoria	Área (m²)	Capacidade de recarga anual (mm)	Capacidade de recarga anual em (mm) para m³	Capacidade de recarga anual (m³) por área (m²)
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3260,00	6695	66,95	109128,50
	Superfície impermeável (construções)	6520,00	87,5	0,875	5705,00
	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21277,28	437,5	4,375	93088,10
CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4267,90	525	5,25	22406,48
	Superfície úmida/encosta	2106,27	437,5	4,375	9214,93
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12814,20	525	5,25	67274,55
	Area verde seca (trilha)	4405,00	437,5	4,375	19271,88
	Floresta	147911,00	525	5,25	776532,75
Valoração Redução de Escoamento			R\$ 3.182.167,62		

4.3.2 Aplicação de Capacidade de Filtragem e Ventilação

A cidade de São Roque, local do *brownfield* Brasital não é uma metrópole urbana, não sendo vítima direta dos problemas associados de poluição, tendo bons níveis de qualidade do ar e amplas áreas verdes em função inclusive do seu papel turístico na região. Porém o papel da vegetação natural na área do *brownfield* é fundamental para a região central da cidade.

A capacidade de filtração e ventilação está diretamente associada à sua área de superfície, logo, cada tipo de vegetação tem uma capacidade de filtração específica dependendo de sua área foliar. Árvores com folhas grandes são mais eficientes na

filtragem de gases e na retenção de energia, e portanto, quanto mais arborizada e com mais presença de vegetação a região estiver, melhores serão os níveis positivos para os resultados.

Assim, conforme a tabela 6 demonstra, os serviços de filtragem e ventilação de ar para cada uma das três zonas de infraestrutura verde, foi calculado de acordo com a classificação da superfície, não considerando por exemplo, as áreas sem vegetação. Para a valoração do serviço, é multiplicado a área pela média em kg de PM10 por ano por hectare, assim somados todos os resultados e multiplicados pela valoração.

Tabela 6: Aplicação Cálculo Capacidade de Filtragem e Ventilação

	Valoração por kg/ano	R\$ 399,60	Capacidade de Filtragem e Ventilação	
	Categoria	Entrada de área (ha)	Média de kg PM10 por ano por (ha)	Média de kg PM10 por ano por (há) por área
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3,26	15	48,90
	Superfície impermeável (construções)	6,52	0	0,00
	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21,28	0	0,00
CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4,27	0	0,00
	superfície úmida/encosta	2,11	30	63,19
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12,81	27	345,98
	Area verde seca (trilha)	4,41	27	118,94
	Floresta	147,91	66	9762,13
Valoração Capacidade de Filtragem e Ventilação				R\$ 4.131.517,35

4.3.3 Aplicação da Regulação Climática

Para analisar e calcular o padrão de regulação climática, usado as áreas de acordo com cada superfície, incluindo um fator de avaliação de regulação climática para regiões arborizadas e para superfícies verdes variadas, e o cálculo será baseado no potencial de reserva de energia. Ao final, aplica-se um fator de ponderação. O fator de avaliação

climática é a resultante das estimativas de majoração e minoração dos dados do cálculo obtido na ferramenta, e a partir dessa inserção de dados é possível observar um ponto médio entre tais intervalos, possibilitando uma valoração por um fator real.

Para simplificar e tornar mais didático, para o local onde está inserido o *brownfield* Brasital, usando a economia de energia como norte, visto se tratar de uma quantidade de serviço medida em valores monetários, em vez de apenas traçar relação de valor com relação a redução da temperatura.

O Brasil utiliza um sistema que sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica, como mensuração de valor para cobrança do fornecimento. Para tanto, o sistema utiliza bandeiras tarifárias, que são divididas em 4 patamares com 3 cores (verde, amarela ou vermelha), como indicativo se haverá ou não acréscimo no custo da energia, que variam de acordo com a demanda e/ou estação do ano.

Nesse contexto, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEL a “bandeira verde” no ano de 2022 possui valor de R\$211,28 reais por megawatt hora (MWh), a bandeira vermelha de patamar 2 possui valor de R\$610,00 por megawatt hora (MWh).

Assim, considerando os R\$410,64 por megawatt hora (MWh) como valor médio sendo multiplicado pelo total da ponderação, temos o valor financeiro de economia gerado pelo serviço.

Tabela 7: Aplicação Cálculo Regulação Climática

	Valoração por Mwh/ano	R\$ 410,64	Regulação Climática	
	Categoria	Entrada de área (ha) ou número de árvore	Ponderação qualitativa por tipo de superfície	Área por Ponderação
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3,26	1	3,26
	Superfície impermeável (construções)	6,52	0	0,00
	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21,28	0,2	4,26

CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4,27	0,6	2,56
	Superfície umida/encosta	2,11	0,8	1,69
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12,81	0,6	7,69
	Área verde seca (trilha)	4,41	0,4	1,76
	Floresta	147,91	1	147,91
TOTAL PONDERAÇÃO				169,12
PONTO MÉDIO - Valoração Capacidade de Filtragem e Ventilação				R\$ 69.448,56

4.3.4 Aplicação Sequestro de Carbono

O procedimento de cálculo de sequestro de carbono utiliza as entradas das Tabelas 7 e 8, que desconsideram as áreas sem árvores. Os insumos foram multiplicados pela absorção estimada de CO₂ para cada tipo de superfície, tanto para baixa estimativa quanto para elevada estimativa de sequestro.

O resultado prático dessa metodologia faz o fator de sequestro de carbono ser mais acurado, e, portanto, sintetizar melhor as reais condições para captação do CO₂.

O método proposto sem adaptações é apenas convertido na moeda local, sendo a multiplicação da área (hectare) por um valor médio de € 233 euros projetado como valor real de sequestro de carbono para o ano de 2030, este que é considerado uma média para estimativas de baixa e alta projeção para cada superfície, €100 e € 366 respectivamente, e convertidos ao final em um valor monetário em reais (R\$) o resultado obtido.

Tabela 8: Aplicação Cálculo Sequestro de Carbono – baixa estimativa

Sequestro de Carbono				
	Categoria	Entrada de área (ha)	Baixa estimativa de absorção de Kg CO₂ por ha	Conversão em euros com base na baixa estimativa de €100 por tonelada
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3,26	0,5	1,63
	Superfície impermeável (construções)	6,52	0	0,00

	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21,28	0	0,00
CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4,27	0	0,00
	Superfície úmida/encosta	2,11	0,25	0,53
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12,81	0,4	5,13
	Area verde seca (trilha)	4,41	7,9	34,80
	Floresta	147,91	7,4	1094,54
ESTIMATIVAS			BAIXA	€ 113.662,31

Tabela 9: Aplicação Cálculo Sequestro de Carbono – Alta Estimativa

Sequestro de Carbono				
	Categoria	Entrada de área (ha) ou número de árvore	Alta estimativa de absorção de Kg CO₂ por ha	Conversão em euros com base na alta estimativa de €366 por tonelada
SUPERFÍCIE	Telhados verdes extensos	3,26	4	13,04
	Superfície impermeável (construções)	6,52	0	0,00
	Paralelepípedos (superfícies permeáveis)	21,27728	0	0,00
CORPOS D'ÁGUA	Corpos d'água	4,2679	0	0,00
	Superfície úmida/encosta	2,10627	2	4,21
VEGETAÇÃO	Bosques e Taludes	12,8142	0,4	5,13
	Area verde seca (trilha)	4,405	11,8	51,98
	Floresta	147,911	10,8	1597,44
ESTIMATIVAS			ALTA	€ 611.877,34

Valoração Sequestro de Carbono (MÉDIA)	€ 362.769,83
Valoração Sequestro de Carbono (MÉDIA)	R\$ 1.933.563,19

4.3.5 Aplicação do Serviço de Recreação

E aqui tomamos emprestado o sentido de sustentabilidade, visto não somente como um conjunto de ações para preservação do meio ambiente, de tamanha importância nos projetos, mas também como uma mistura de iniciativas para que haja sustentabilidade econômica, de atração e de utilização dos espaços revitalizados. Em suma, os projetos precisam se integrar a vizinhança ao qual pertencem para se perpetuarem.

Aplicados os dados constantes no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o cálculo dos quantitativos da população ao redor do local de estudo. Assim com a população estimada nos buffers de 3600 metros circunvizinhos a área de estudo conforme demonstra a Figura 20, poderemos aplicar os fatores monetários conforme método sem adaptações da Antuérpia.

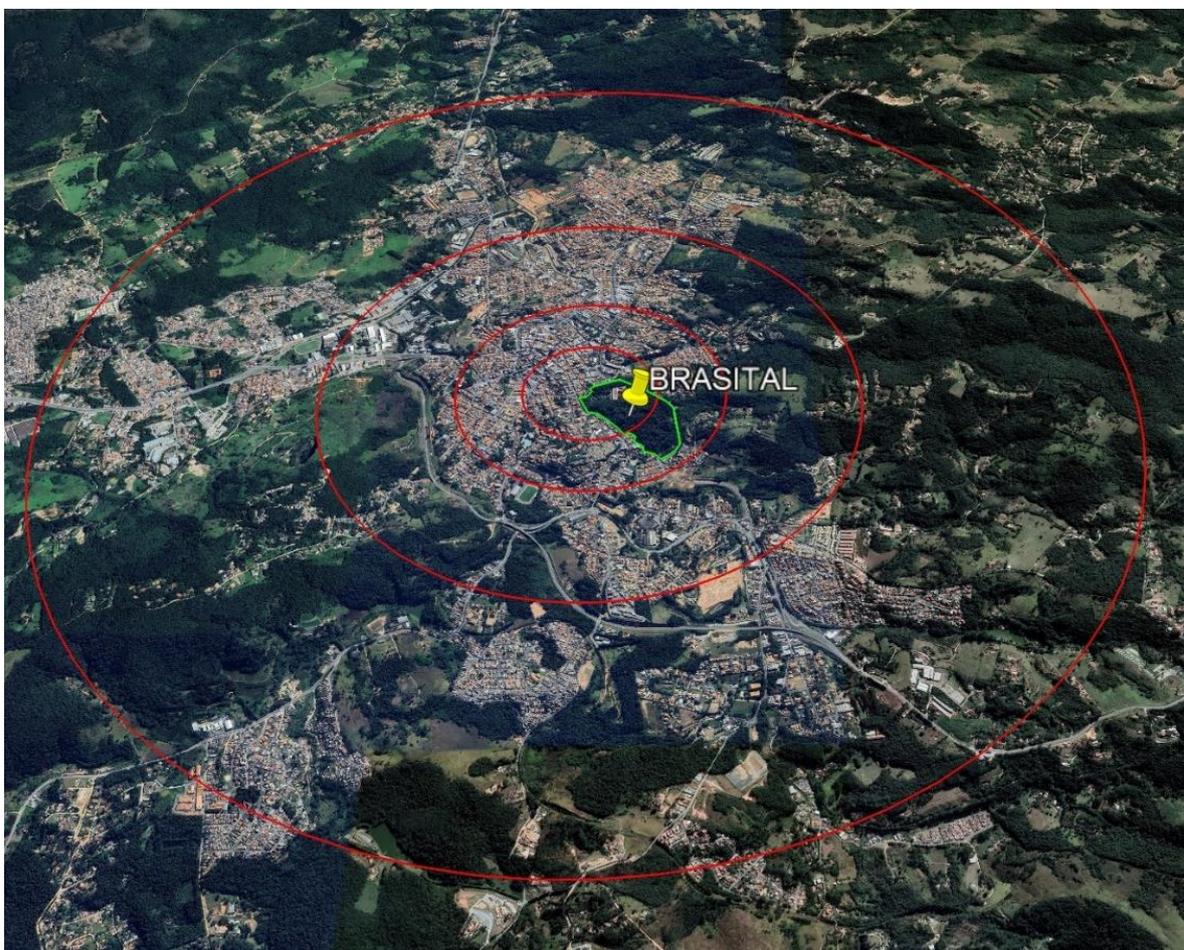


Figura 20: Raio de moradores na interferência ao entorno do brownfield Brasital

Fonte: Próprio autor

Tabela 10: Aplicação Cálculo Recreação (Lazer)

Valoração por visita/ano	R\$ 24,98	RECREAÇÃO (LAZER)		
DISTÂNCIA DE ENTRADA	400m	800m	1600m	3200m
RESIDENTES	3805	5750	11102	22908
DISTÂNCIA MÉDIA	150,00	400,00	1400,00	2500,00
FATOR DE PONDERAÇÃO DA DISTÂNCIA	1,33	0,50	0,14	0,08
FATOR DE PONDERAÇÃO DA DISTÂNCIA * 50 VISITAS	253666,67	143750,00	79300,00	91632,00
TOTAL DE VISITANTES			568348,67	
Valoração Lazer (Cultural)			R\$ 14.194.507,95	

5. RESULTADOS

5.1. Diagnóstico da infraestrutura e do entorno do brownfield Brasital

5.1.1 Elementos Essenciais para revitalização de brownfields

Os elementos abaixo relacionados são considerados pelos estudos como indispensáveis para a viabilização da proposta de revitalização do brownfield Brasital:

- **Saneamento básico:** Tratamento de esgotos sanitários e abastecimento de água via concessionária que atua no Município.
- **Sistema de combate a incêndio:** Implementação de sistema de proteção e combate a incêndio e pânico no complexo.
- **Empenho dos atores políticos (municipais, estaduais, federais):** No intuito de trabalhar politicamente para adquirir os recursos de implementação do projeto.
- **Envolvimento da população, dos setores econômicos, culturais e turísticos da cidade:** Não somente para os esforços de revitalização como para que nasça um sentimento coletivo de pertencimento ao local, o que vai viabilizar a perpetuação da iniciativa.
- **Infraestrutura Verde:** que pretende modelar das edificações existentes para que ela se integre ao corredor verde que interliga o complexo á uma reserva de 54 alqueires de mata atlântica, conhecida como Parque Natural Municipal Mata da Câmara conforme demarcado na figura 21. Visto se tratar da maior reserva ecológica da região, reconhecida pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade.

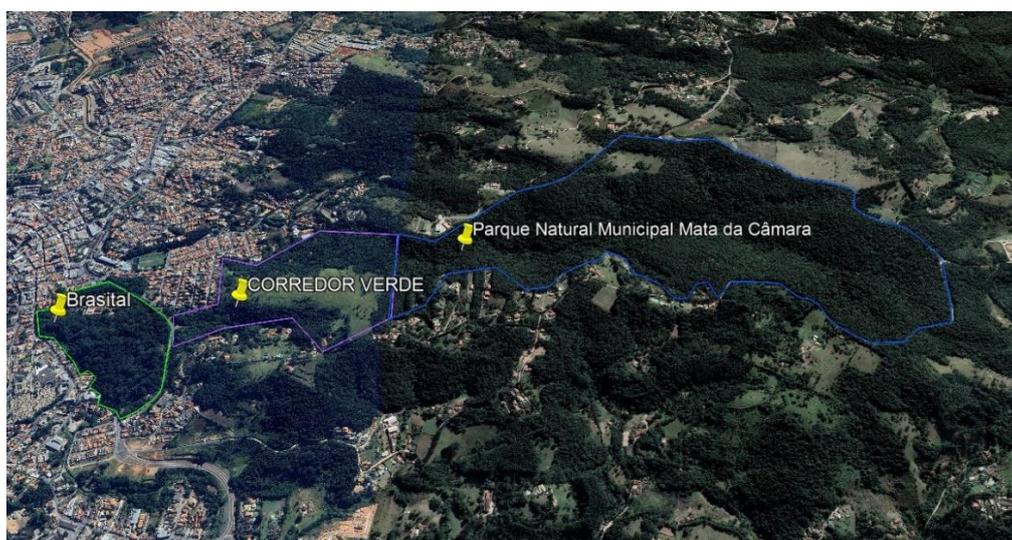


Figura 21: Interligação *brownfield* Brasital através de corredor verde até o Parque Natural Mata da Câmara - Fonte: Próprio autor

- **Telhado Verdes:** Os edifícios do complexo precisam ser cobertos por vegetação, projetada para permitir retenção de água nos picos de chuva (abrandando os fluxos e melhorando o escoamento), permitir a filtração do ar, aumentar a ventilação natural (melhorando o controle sobre a temperatura) e por fim auxiliando, mesmo que em menores proporções, no sequestro de carbono da atmosfera.

5.1.2 Possíveis elementos restritivos ao projeto

Referente aos elementos destacados que podem vir a frustrar a viabilidade da revitalização do *brownfield* Brasital, mas que, quando previamente determinados, poderão cumprir um papel de auxiliar no controle das ações no local:

- O projeto deverá passar pela análise do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico - CONDEPHAAT, órgão que foi o responsável pelo processo de tombamento da Brasital como patrimônio histórico, processo que consta inclusive no Diário Oficial da cidade de São Paulo;
- O projeto deverá estar em conformidade com os parâmetros instituídos pelas normas de construção civil;
- O projeto deverá passar por todos os trâmites de licenças em órgãos públicos de controle.

5.2. Valoração monetária dos serviços ecossistêmicos da revitalização do *brownfield* Brasital

Os quantitativos anuais resultantes da aplicação de Soluções baseadas na Natureza (SbN) na revitalização do *brownfield* Brasital em São Roque (SP) e, portanto, a valoração dos respectivos serviços ecossistêmicos (SE) foram medidos de acordo com os diferentes tipos de vegetação e superfícies, exceto para o SE de recreação, que se baseou no número de visitantes ao espaço.

As áreas cobertas com vegetações foram mensuradas de acordo com cada tipo de superfície. Os valores foram adquiridos com base não somente na metodologia de estudo, mas também foram baseadas na opinião de cientistas e de literatura específica.

Os resultados foram convertidos em valores monetários e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Valoração por SE do *brownfield* Brasital

Serviços Ecosistêmicos	VALORAÇÃO ANO (R\$)	
Redução de Escoamento	R\$	3.182.167,62
Capacidade de Filtragem e Ventilação	R\$	4.131.517,35
Regulação Climática	R\$	69.448,56
Sequestro de Carbono	R\$	1.933.563,19
Recreação (Lazer)	R\$	14.194.507,95
VALORAÇÃO TOTAL/ANO	R\$	23.511.204,66

5.2.1. Quantificação de serviços do ecossistêmicos

a) Cobertura de Vegetação

A área de floresta em sendo a maior superfície com vegetação da infraestrutura verde estudada tem potencial para absorver um total de 863.079,18m³ de escoamento de água anualmente, com base na precipitação média de 13390 mm ao ano.

A vegetação dessa área tem a capacidade de filtragem de partículas da atmosfera na ordem de 10227,04 kg. É esperado que a concentração de PM nas demais áreas sejam menores devido o ambiente mais urbano, já que a mensuração dos serviços produzirá aproximadamente 2800 toneladas de CO₂ capturados por ano.

Em se tratando dos benefícios trazidos pelas ações de regulação climática no local, presume-se que a ações podem gerar uma economia de energia estimada em R\$ 64.618,93 MWh/ano.

b) Corpos D'Água

Há a presença de corpos d'água por todo o complexo, e por ação desses corpos 31.621,41m³ anuais de água escoam de forma a evitar problemas de retenção no local.

A área de corpos d'água atua inclusive na filtragem e ventilação de aproximadamente 63kg de Partículas por ano, melhorando a qualidade do ar.

Este efeito moderador na regulação climática tem capacidade para atuar na economia de aproximadamente R\$1.743,48 MWh/ano.

É possível evidenciar que o serviço de sequestro de carbono tem capacidade de captura média de 5 toneladas de gás carbônico (CO₂) anualmente.

c) Superfície

A capacidade de retenção de água, e conseqüentemente diminuição do escoamento pelos telhados verdes é o serviço de maior relevância em se tratando de superfícies permeáveis em relação as outras duas zonas estudadas.

Os telhados verdes possuem a capacidade calculada de reter 109.128,5 m³ de água em suas superfícies. O fator ponderação de 50% - descrito na metodologia - considera o coeficiente de escoamento evitado, a evapotranspiração e a capacidade de armazenamento de umidade do solo nos telhados.

O escoamento superficial evitado considerando todas a zona de superfícies é da ordem de 207.921,6 m³.

A capacidade de filtragem e ventilação de ar dos telhados verdes acabam ocupando um espaço de menor relevância em comparação com outras zonas analisadas, sendo responsável por aproximadamente 48kg de PM por ano.

O efeito isolante dos telhados verdes tende a reduzir energia necessária para a regulação da temperatura nos edifícios, resultando em cerca de R\$3.086,15 MWh de redução de uso de energia anualmente.

A vegetação dos telhados verdes irá capturar cerca de 15 toneladas de gás carbônico (CO₂) por ano, e por justificativas semelhantes a dos corpos d'água, como é considerada insignificante e portanto, contabilizado apenas a cobertura dos telhados verdes para o sequestro de carbono.

5.2.2. Avaliação da Valoração dos serviços ecossistêmicos

A etapa de avaliação permite uma escala em que a magnitude dos benefícios para os diferentes serviços pode ser compreendida e comparada. A extensão dos resultados da avaliação depende tanto da quantidade do serviço prestado, bem como o fator de avaliação por serviço, na tabela 12 um resumo de todos resultados obtidos.

Tabela 12: Resumo Método do *brownfield* Brasital

Serviços Ecosistêmicos		CLASSIFICAÇÃO			TOTAL ANUAL SERVIÇO ECOSSITEMICO
		SUPERFÍCIE	CORPOS D'ÁGUA	VEGETAÇÃO	
Redução de Escoamento	m ³	207921,60	31621,41	863079,18	1102622,18
Capacidade de Filtragem e Ventilação	kg de PM10	48,90	63,19	10227,04	10339,13
Regulação Climática	-	7,52	4,25	157,36	169,12
Sequestro de Carbono	toneladas de CO ₂	14,67	4,74	2789,01	2808,42
Recreação (Lazer)	visitantes				43565
Redução de Escoamento		R\$ 600.061,74	R\$ 91.259,38	R\$ 2.490.846,50	R\$ 3.182.167,62
Capacidade de Filtragem e Ventilação		R\$ 19.540,44	R\$ 25.249,96	R\$ 4.086.726,94	R\$ 4.131.517,35
Regulação Climática		R\$ 3.086,15	R\$1.743,48	R\$ 64.618,93	R\$ 69.448,56
Sequestro de Carbono		R\$ 13.153,48	R\$ 4.249,20	R\$ 1.916.160,51	R\$ 1.933.563,19
Recreação (Lazer)					R\$ 14.194.507,95
TOTAL POR CLASSIFICAÇÃO		R\$ 635.841,81	R\$122.502,02	R\$ 8.558.352,88	R\$ 23.511.204,66

A zona classificada como vegetação tem a infraestrutura com maior área e entrega a maior valoração econômica em relação entre a área de superfície e corpos d'água pelos serviços prestados, sendo de aproximadamente R\$8.500.00,00, podendo observar que não é uma relação de um para uma, no entanto, os resultados mostram que os benefícios também dependem do tipo de cobertura da área e os fatores aplicados. O total de valoração dos serviços prestados é de aproximadamente R\$23.500.00,00, onde aproximadamente R\$14.000.00,00 do valor total (60% aproximado) vem da área recreativa.

Ao considerar o valor total dos serviços de todas as três categorias combinadas, o maior benefício, além do recreativo, é devido à capacidade de filtragem e ventilação. O valor de aproximadamente R\$4.000.000,00. A redução de escoamento tem uma valoração aproximada de R\$3.000.000,00, já o sequestro de carbono tem um valor aproximado de R\$2.000.000,00/ano. O serviço de regulação climática entregue através das três categorias combinadas é de aproximadamente R\$70.000,00/ano sendo o serviço com a menor contribuição geral para a valoração total dos serviços ecossistêmicos.

O serviço de recreação atrairá aproximadamente 570 mil visitantes. Isso através da suposição de focar na avaliação deste serviço de recreação como um 'bem público', um espaço inclusivo na sociedade, ou seja, o número de pessoas que vão visitar o local são os moradores, portanto, não considerada de uma perspectiva de turistas que visitam a cidade. A figura 22 demonstra a torre da caldeira da antiga fábrica de 1902 e ao fundo atual vila de moradores e possíveis visitantes ao local.



Figura 22: Torre da Caldeira de 1902 e atual vila de moradores ao fundo

Fonte: Próprio Autor

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em harmonia com as diretrizes internacionais sobre clima e sustentabilidade ambiental, as áreas arborizadas serão totalmente preservadas e mantidas e serão implementados os serviços ecossistêmicos, tendo em vista que o *brownfield* Brasital possui expressiva qualidade de recursos naturais e espaciais, que serão instrumentos de promoção da biodiversidade, recursos hídricos, e outros fatores disponíveis.

O conceito se baseia na implementação de serviços que geram benefícios diretos e indiretos para o bem-estar humano e para as atividades econômicas, produzidos pelo homem a partir do ecossistema disponível. Esse conceito é aplicado na busca por reestabelecer o equilíbrio ecológico da região urbana, assim como reforçar a atenção a saúde e a qualidade de vida de seus habitantes.

Desta forma será possível alcançar as quatro categorias descritas conforme MEA (2005), ditas - provisão, regulação, cultura e suporte, o que vai aplacar a importância do uso dos recursos naturais disponíveis em cidades que desejam manter seu ecodesenvolvimento econômico.

Neste estudo, foram abordadas - a partir das quantidades e valorações dos serviços ecossistêmicos (SE) - da metodologia aplicada na Antuérpia – Bélgica, cinco SE de relevância direta para um redesenvolvimento do *brownfield*: redução de escoamento, capacidade de filtragem e ventilação do ar, regulação do clima, sequestro de carbono e recreação (lazer).

Mais da metade dos benefícios contabilizados e precificados são fruto dos serviços culturais (instalações recreativas). Este resultado atua em linha com estudos anteriores como o do pesquisador Andersson-Sköld et al. (2018) relatando inclusive em seu estudo que serviço de recreação fora citado como o de maior importância pelo público, especialmente pela inclusão e acesso de todos os residentes visitando áreas agora verdes.

BOLUND e HUNHAMMAR (1999) enfatizam como crucial a importância das cidades fornecerem espaços verdes para recreação no intuito de diminuir o nível de estresse dos cidadãos urbanos. Com a ligação entre ecossistema e saúde humana se tornando cada vez mais claros (TZOULAS et al., 2007), a infraestrutura verde aparece como um elemento crucial de planejamento urbano sustentável.

O projeto de revitalização do *brownfield* Brasital também demonstra os benefícios de infraestrutura verde em comparação a infraestrutura convencional, ligada a serviços reguladores. Estimamos que este projeto tem potencial para gerar aproximadamente R\$ 70 mil /ano na regulação do clima local.

Sem surpresa, a maior parte deste valor vem da vegetação. Contudo, telhados verdes apresentaram valores menores em comparação a quase todos os outros serviços, mas não devem ser desprezados pois atuam eficientemente na redução de escoamento e nas variações de temperatura de edifícios por meio do isolamento térmico, demonstrando grande potencial contra os efeitos das mudanças climáticas nas áreas urbanas.

Se aplicados em toda a cidade, esse SE tem força para reduzir drasticamente a os custos da energia aos residentes e mitigar os efeitos das ilhas de calor.

A pesquisa de Peng e Jim (2015) demonstra que 60% de esverdeamento de todos os telhados em um distrito de Hong Kong poderia gerar uma economia de energia entre 14 e 23%, além de diversos outros benefícios como por exemplo, a mitigação de ilhas de calor urbanas e o controle de emissão de gás carbônico - CO₂. Esses valores – com variação de conversão na moeda Real traria resultados na ordem de R\$65 a 115 milhões /ano.

Esses benefícios destacam inclusive os impactos positivos que a vegetação pode ter em áreas urbanas, visto que como as mudanças climáticas provavelmente levarão ao aumento da frequência de eventos climáticos extremos e inundações nos centros urbanos, a infraestrutura verde ofereceria soluções para as cidades para suprimir essas ocorrências.

Os serviços de infraestrutura verde atuam de forma simbiótica, pois é improvável que isolados atuem para mitigar o escoamento urbano por exemplo, (MENTENS et al., 2006), onde é vital que haja um esforço conjunto para o fornecimento de espaços verdes, superfícies permeáveis, e instalações de retenção de águas pluviais nas cidades.

O esforço de melhora na qualidade do ar urbano também exigirá um aumento da densidade de árvores nas cidades.

As florestas urbanas e periurbanas podem desempenhar um papel importante nesse sentido. Como evidenciado na pesquisa de Manes et al. (2016) que avaliou a melhoria da qualidade do ar urbano através de florestas, tendo como alvo dez importantes cidades italianas, o que representou R\$ 250 milhões para redução de partículas (PM10).

O estudo de caso Brasital, visa demonstrar o grande número de benefícios relacionados à remodelação de *brownfield* e da infraestrutura verde no contexto urbano.

Em uma gama de resultados mais abrangente, a utilização do espaço com maior conscientização ambiental e, portanto, com a utilização direta dos serviços ecossistêmicos, resulta diretamente em melhoria da saúde pública, com reflexo direto na diminuição das mortes por doenças respiratórias e cardiovasculares, o que traz em outra via, resultados indiretos no que tange a diminuição dos custos com a gestão em saúde.

A intervenção tem influência inclusive em fatores socioeconômicos, já que uma população mais saudável não pressiona os serviços públicos de saúde e colabora para um ganho de produtividade econômica tanto para o poder público como para as empresas privadas, o que gera um ciclo proativo de resultados favoráveis.

Nossa expectativa é que o estudo contribua para o fornecimento de evidências tão necessárias ao apoio de iniciativas de desenvolvimento de infraestrutura verde no planejamento urbano. É preciso reconhecer uma série de limitações importantes, bem como das oportunidades de melhoria do projeto:

Primeiramente, nossos cálculos são altamente dependentes dos valores por unidade da SE retirados do método utilizado na Antuérpia. Um aprofundamento da análise utilizando literatura específica para coleta dos dados primários, fatores de ponderação regionalizados e médias com intervalos mais personalizados podem enriquecer pesquisas posteriores.

Em segundo lugar, a diferença do método de cálculo para recreação em relação aos outros quatro indicadores também podem ter influenciado o resultado final. Conforme declarado anteriormente, as estimativas de recreação relacionadas às visitas, são considerados apenas os moradores locais, não considerando que o *brownfield* Brasital está localizado em uma cidade turística. Outra advertência importante é que o número de visitas é baseado apenas na distância e na proporção de residentes dentro de um raio de 3,2 km do local. Há várias considerações além da proximidade do local que devem ser consideradas ideais para derivar uma estimativa precisa de visitas, a saber - frequência de visitas de cada residente, disponibilidade para viajar a certa distância, a influência de destinos e substitutos ou a influência das características do local em sua atratividade (DE VALCK e ROLFE, 2018). No entanto, apesar de existir metodologia para controlar essas considerações individualmente, ainda não há um consenso sobre um método mais apropriado e padronizável de controle (SCHAAFSMA, 2015).

Além do impacto na mensuração dos serviços ecossistêmicos, o plano para Brownfields pode ter impacto adicional nos parâmetros socioeconômicos, como por exemplo influenciar na base tributária dos empregos criados.

Terceiro, nas estimativas de potencial de regulação do clima local as árvores foram alvo das mensurações, mas a metodologia que alcançou os resultados não levou em consideração o tamanho da copa das árvores. Foram contabilizar os diferentes estágios de crescimento da árvore, tomando o valor do ponto médio por hectare por ano usando valores de economia de energia (WANG et al., 2014), porém, levando em consideração a diferença de tamanho das copas das árvores, analisar o impacto frente ao SE pode melhorar e acurar os resultados. Esta é outra área de melhoria para pesquisas futuras.

Como apontado em diversos estudos, um dos grandes desafios presentes na viabilidade dos projetos é a integração econômico-social, visto que a participação da sociedade é peça fundamental para sustentar a iniciativa ao longo do tempo. Para garantir padrões aceitáveis de cidade inteligente e sustentável, é fundamental o envolvimento da comunidade nos processos de redesenvolvimento. Os moradores devem ter um senso de propriedade sobre o projeto, pois caso não haja participação efetiva para permitir que os moradores ganhem domínio sobre a revitalização, mudando o ambiente social e político, essa ferramenta estratégica de redesenvolvimento não vai funcionar.

Cada comunidade tem uma história, uma cultura, um ambiente e um contexto de redesenvolvimento próprios, o que exige uma abordagem holística para integrar formas apropriadas de comunicação e engajamento, e este é o intuito de modernizar e contribuir com a revitalização de todo o complexo da Brasital. Através dos principais serviços ecossistêmicos a serem implementados:

Serviço Ecossistêmico com intuito de Redução de Escoamento:

- **Regulação de enchentes:** por meio da criação de parques alagáveis, estacionamentos e calçamentos permeáveis além de telhados verdes;
- **Reuso e gestão de água:** destinados ao reaproveitamento da água, captada da chuva por meio de telhados, calhas e terraços, para fins não potáveis, tais como limpeza em geral, descarga sanitária, irrigação e prevenção de incêndio;
- **Tratamento do esgoto:** atualmente o local não apresenta nenhum sistema de saneamento básico, todos os dejetos são jogados diretamente no rio que

crusa o ponto mais baixo do relevo da Brasital (chamado de Rio Aracaí); com o objetivo de restaurar essa bacia hidrográfica, será necessário implantar a conexão dos canos de esgoto à rede pública da cidade e/ou instalar sistemas individuais de tratamento de esgoto (tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro);

Serviço Ecosistêmico de Regulação Climática, Capacidade de Filtragem e Ventilação e Sequestro de Carbono:

- **Uso de energias sustentáveis:** através da energia solar com painéis fotovoltaicos nos telhados das principais edificações do complexo e ou nas áreas com menor área de floresta, possível reativação do antigo “moinho” com intuito de ativar a ventilação forçada dos espaços com objetivo de redução da temperatura dos espaços;
- **Proteção dos ciclos de nutrientes e o habitat de plantas e espécies:** através do incentivo e do fomento à educação ambiental;
- **Retrofit nas instalações elétrica:** melhorias das antigas instalações prediais, corrigindo problemas e tornando o local mais seguro e confortável para os usuários através das novas tecnologias disponíveis.

Serviço Ecosistêmico de recreação:

- **Fomento à cultura, à mobilidade, ao esporte e ao lazer:** por meio do ecoturismo e de atividades de recreação e lazer ao ar livre, privilegiando os cidadãos em contato com o complexo natural da Brasital. Ainda que sobre mobilidade urbana, vendo que o local interliga boa parte da região central.

Estabelecendo assim os três pilares principais do projeto de Revitalização da Brasital.

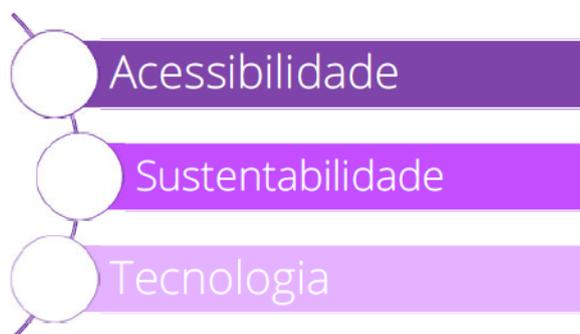


Figura 23: Três pilares da Revitalização da Brasital

Fonte: Próprio Autor

Em harmonia com o Estatuto da Pessoa com Deficiência e com os princípios da inclusão social, os espaços serão projetados para ter acessibilidade, desenho universal e tecnologia assistiva, livre de barreiras físicas, tecnológicas e atitudinais.

Em conformidade com o século XXI, com a tecnologia e com a cultura digital, produto dos nossos dias, serão instalados cabos de fibra ótica, modem, roteador e “access point”, a fim de viabilizar toda a infraestrutura de rede e acesso à internet, bem como um sistema moderno de segurança, para dar a devida proteção ao complexo patrimonial instalado na fábrica.

Além disso, serão disponibilizados ao público totens e suportes digitais para acessar livros digitais, roteiros turísticos virtuais e histórias audiovisuais interativas e dinâmicas da nossa cidade e dos memoriais existentes no *brownfield* Brasital.

7. CONCLUSÃO

O Projeto de revitalização do *brownfield* Brasital permite oferecer cinco serviços ecossistêmicos que podem agregar valor à qualidade de vida da população de São Roque.

- O SE de redução de escoamento permitirá a melhora na drenagem da cidade, ajudando a retardar enchentes, conseguindo ainda fazer captações das águas para reuso além da conservação do rio que cruza todo o complexo, através de tal serviço havendo uma valoração de R\$3.182.167,62 (três milhões e cento e oitenta e dois mil e cento e sessenta e sete reais e sessenta e dois centavos);
- O SE referente a capacidade de filtragem e ventilação de ar, considerado no intuito de reduzir custos gerados com a saúde através de doenças respiratório e cardiorrespiratórias e até mesmo para a doença do Covid-19 e suas variáveis que é atualmente a pandemia mundial, assim os gastos evitados de R\$4.131.517,35 (quatro milhões e cento e trinta e um mil e quinhentos e dezessete reais e trinta e cinco centavos);
- O SE de regulação climática já aparece para mitigar os efeitos das ilhas de calor nas áreas urbanizadas, além da economia de energia elétrica gerada. Neste caso, os custos considerados apenas com a economia de energia elétrica sendo de R\$69.448,56 (sessenta e nove mil e quatrocentos e quarenta e oito reais e cinquenta e seis centavos);
- O SE de sequestro de carbono, este talvez seja o de forma mais simples de leitura pela forma a ser considerado através de custos estimados em captura de gás carbônico e talvez o mais interessante aos Stakeholders para os trade-off, podendo ser considerado num projeto para o mercado da compra dos créditos de carbono (Protocolo de Kyoto em 1997), conforme este estudo podendo gerar uma valoração de R\$1.933.563,19 (um milhão e novecentos e trinta e três mil e quinhentos e sessenta e três reais e dezenove centavos);
- O SE de recreação é o de maior valoração para área, mas nem por isso o mais importante, já que identificado diversas dificuldades para manter tal serviço ativo, sendo ele pela sociedade inclusiva ou mesmo pela gestão do poder público em tais áreas. Porém podendo ser o grande fator socioeconômico para atrair Stakeholders, além de atrair a população local

e ser mais um atrativo para os turistas na cidade de São Roque, no objetivo de fomentar à cultura, à mobilidade e o lazer ao ar livre pelo espaço incluído na sociedade. Assim a valoração monetária, apenas com projeção de visitas dos residentes, de R\$14.194.507,95 (quatorze milhões e cento e noventa e quatro mil e quinhentos e sete reais e noventa e cinco centavos).

Este estudo conclui que mais de R\$9 milhões ao ano poderiam ser poupados diretamente com o uso das SBN em redução de escoamento, filtragem e ventilação de ar e sequestro de carbono combinados desconsiderando a recreação.

Recomenda-se o uso de SE na identificação de problemas urbanos e das soluções de implementação dos projetos, atuando como facilitadores, evidenciando, quando valorados as economias geradas.

O presente projeto de revitalização do *brownfield* busca desenvolver espaços inclusivos para usos acessíveis, sustentáveis e tecnológicos, objetivos estes ansiados pela Agenda 2030. Os benefícios trazidos pelo uso de SE - SBN - cumprem um papel determinante e eficiente para diminuição das lacunas de acesso a infraestrutura e aos serviços urbanos nas cidades, e promovem associados a isso as melhorias climáticas nas regiões urbanas, reduzindo a vulnerabilidade desses locais a desastres naturais.

Apesar de suas limitações encontradas com referência aos valores de ponderação do método da Antuérpia e além de não considerar que o *brownfield* Brasital está localizado em cidade turística, a abordagem SE descrita aqui é simples em termos de aplicação e eficaz em demonstrar os muitos benefícios de infraestrutura verde.

Dessa maneira, a revitalização proposta contempla uma estratégia espacial do planejamento urbano para a região, posto que objetiva compreender a infraestrutura e o entorno do espaço que está incluso o *brownfield* Brasital, junto ao território como um espaço vivo e busca enaltecer uma infraestrutura ecológica capaz de nortear o desenvolvimento urbano local.

Com isso, será possível que todos, de maneira plena e inclusiva, possam participar da vida cultural da cidade, apreciar a mais rica gastronomia, aprender de maneira didática e interativa sobre meio ambiente, história, ciências, música, arte e culinária, possam usufruir dos espaços de maneira sustentável e responsável, e por fim, vivenciar experiências inesquecíveis.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, N., Zhu, Y., Ibrahim, M., Waqas, M., & Waheed, A. (2018). Development of a standard brownfield definition, guidelines, and evaluation index system for brownfield redevelopment in developing countries: The case of Pakistan. *Sustainability*, *10*(12), 4347.

ANDERSSON-SKOLD, Y.; KLINGBERG, J.; GUNNAESSON, B.; CULLINAME, K.; GUSTAFSSON, I.; HEDBLOM, M.; THORSSON, P., A framework for assessing urban greenery's effects and valuinits ecosystem services. **J. Environ. Manage.**, n. 205, p. 274–285, 2018. Disponível em: [10.1016/j.jenvman.2017.09.071](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.071) Acesso em: 01. nov. 2022.

ANDRADE, D. C. et al. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 25, p. 53-71, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/cristianels/Downloads/26056-102396-1-PB.pdf> Acesso em: 01. nov. 2022.

ANTOCHEVIZ, F. B.; REIS, A. T. da L.; LIMBERGER, L. R. L. Cais Mauá: percepção dos usuários da cidade, diretrizes e o projeto de revitalização para a área. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 199-218, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000300171> Acesso em: 01 nov. 2022.

ARAKI, Felipe Asato. Redesenolvimento urbano, uma proposta para a requalificação de antigas áreas industriais na Mooca e no Ipiranga. **Trabalho Final de Graduação**, apresentado à banca examinadora em 23 de junho de 2009, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/26056/18573> Acesso em: 01 nov. 2022.

AUGUSTO, Sofia Andrez. **A segunda vida dos Brownfields: oportunidade ou problema dos territórios metropolitanos**. 2017. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de A Segunda Vida dos Brownfields: Oportunidade ou Problema dos Territórios Metropolitanos, Técnico Lisboa, Lisboa, 2017. Disponível em: https://civil.uminho.pt/euro-elecs-2015/files/Euro-ELECS_2015-Proceedings_Vol3.pdf Acesso em: 01. nov. 2022.

BAKER, J.; SHEATE, W.R.; PHILLIPS, P.; EALES, R.; Ecosystem services in environmental assessment — help or hindrance? **Environ. Impact Assess. Rev.**, v. 40, p. 3–13, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.11.004> Acesso em: 01 nov. 2022.

BANDEIRAS TARIFÉRIAS- Disponível em <https://www.cpfl.com.br/bandeiras-tarifarias>. Acesso em 08 Mai. 2022.

Borges, A. L. M., de Oliveira Ferreira, L. D., & de Mendonça Nóbrega, W. R. (2019). Políticas públicas de revitalização urbana: uma abordagem no turismo e lazer das cidades de Natal/RN e Recife/PE. *Novos Cadernos NAEA*, 22(3).

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S.; 1999. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, v. 29, p. 293–301, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0) Acesso em: 01. nov. 2022.

CARLON, C., CRITTO, A., RAMIERI, E., MARCOMINI, A., DESYRE: DEcision Support sYstem for the REhabilitation of contaminated megasites. **Integr. Environ. Assess. Manage.** v.3, n.2, p. 211–222, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1897/IEAM_2006-007.1 Acesso em: 01 nov. 2022.

Chauvin, J. P., Glaeser, E., Ma, Y., & Tobio, K. (2017). What is different about urbanization in rich and poor countries? Cities in Brazil, China, India and the United States. *Journal of Urban Economics*, 98, 17-49.

Cohen-Schacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions: from theory to practice.(Iucn, ed.). *Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges*.

CORTINOVIS, Chiara; GENELETTI, Davide. Mapping and assessing ecosystem services to support urban planning: A case study on brownfield regeneration in Trento, Italy. **One Ecosystem**, v 3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e25477> Acesso em: 01 nov. 2022.

DADOS CLIMÁTICOS PARA CIDADES MUNDIAIS - Disponível em <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 09. mai. 2022.

DEZEN KEMPTER, Eloisa. **O lugar do patrimônio Industrial**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/lobore.v5i1.111> Acesso em: 01 nov. 2022.

DO NASCIMENTO MACEDO, BRUNO; NOGUEIRA COMAS, FERNANDA; CASTELI FIGUEIREDO GALLARDO, AMARILIS LUCIA. Serviços e Desserviços Ambientais Associados à Agricultura Urbana e Periurbana no Município de São Paulo. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, v. 4, p. e20215-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47842/juts.v4i1.35>. Acesso em: 01 nov. 2022

DRENNING, Paul David. **Soil Functions and Ecosystem Services A Literature Review (Part 2/2)**. Report / Department of Architecture and Civil Engineering, Chalmers University of Technology, 2021. Disponível em: <https://research.chalmers.se/en/publication/525835> Acesso em: 01 nov. 2022.

EVASO, A.S. “A refuncionalização do espaço”. Revista Experimental, ano 3, n. 6, p.33-54, 1999.

FLAUSINO, F. R. ; GALLARDO, A. L. C. F. . Oferta de serviços ecossistêmicos culturais na despoluição de rios urbanos em São Paulo.. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 13, p. 1/17-17/17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200155>. Acesso em 09 mai. 2022

GAUDERETO, G.L. ; GALLARDO, A. L. C. F. ; FERREIRA, M. L. ; MANTOVANI, W. ; NASCIMENTO, A. P. . EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES AND MANAGEMENT OF URBAN GREEN AREAS: PROMOTING HEALTHY AND SUSTAINABLE CITIES. **AMBIENTE & SOCIEDADE (ONLINE)**, v. 21, p. 1-20, 2019.

HAMMOND, E. B., COULON, F., HALLETT, S. H., THOMAS, R., HARDY, D., KINGDON, A., & BERIRO, D. J. (2021). A critical review of decision support systems for brownfield redevelopment. *Science of the Total Environment*, 785, 147132.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas e downloads. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em 09 mai. 2022.

ICLEI - Brasil Departamento de Proteção Ambiental da Cidade de Stuttgart, Alemanha, Andreas Marker. **Manual: Revitalização de áreas degradadas e contaminadas (brownfields) na América Latina**. São Paulo: URB-ALL, 2013. E-book. Disponível em: https://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual_INT_Portugues_Final.pdf Acesso em: 01. nov. 2022.

LEHIGH, Gabrielle R.; WELLS, E. Christian; DIAZ, Diana. Evidence-Informed strategies for promoting equitability in brownfields redevelopment. **Journal of Environmental Management**, v. 261, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110150> Acesso em: 01 nov. 2022.

LARONDELLE, N., HAASE, D., 2012. Valuing post-mining landscapes using an ecosystem services approach — an example from Germany. **Ecol. Ind.**, v.18, 567–574.

LARONDELLE, Neele; LAUF, Steffen. Balancing demand and supply of multiple urban ecosystem services on different spatial scales. **Ecosyst. Serv.**, v. 22, p. 18–31, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.008> Acesso em: 01 nov. 2022.

LEITE, Tânia Maria de Campos. **Entraves espaciais: Brownfields caracterizados por aterros de resíduos sólidos desativados no município de São Paulo/SP.** Rio Claro: UNESP, 2005. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104385/leite_tmc_dr_rcla.pdf Acesso em: 01 nov. 2022.

MARTINS, G. N. ; NASCIMENTO, A.P.B. ; GALLARDO, A. L. C. F. . Qualidade de praças e parques urbanos: pela percepção da população: potencial de oferta de serviços ecossistêmicos. **REVISTA PROJETAR - PROJETO E PERCEPÇÃO DO AMBIENTE**, v. 5, p. 34-47, 2020.

MARKER, Andreas. **Manual: Revitalização de áreas degradadas e contaminadas (brownfields) na América Latina.** São Paulo: URBALL, 2013. Disponível em: https://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual_INT_Portugues_Final.pdf Acesso em: 01 nov. 2022.

MATHEY, J., RÖBLER, S., BANSE, J., LEHMANN, I., & BRÄUER, A. (2015). Brownfields as an element of green infrastructure for implementing ecosystem services into urban areas. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(3), A4015001.

MELO, E. F. R. Q., CAMPESTRINI, J. B., & NOVISKI, A. V. D. (2019). Sustentabilidade Urbana: Revitalização de área degradada na cidade de Passo Fundo. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 7(47). 1184

MENTENS, Jeroen; RAES, Dirk; HERMY, Marin. Green roofs as a tool for solving the Rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? **Landscape Urban Plann.**, v. 77, n. 2, p. 217–226, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.010> Acesso em: 01 nov. 2022.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington: MEA, 2005. E-book. Disponível em: <http://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/143/1/Millennium%20Ecosystem%20Assessment.%20ECOSYSTEMS%20AND%20HUMAN%20WELL-BEING%20WETLANDS%20AND%20WATER%20Synthesi.pdf> Acesso em: 01 nov. 2022.

MICHIELS, H., et al. **Human health impacts of PM_{2.5} and NO_x transport air pollution in Belgium**. In: Steyn, G.D., Trini Castelli, S. (Eds.), *Air Pollution Modeling and its Application XXI*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 565–570.

MUÑOZ, Angelica M. M., & FREITAS Simone Rodrigues. Importância dos Serviços Eossistêmicos nas Cidades: **Revisão das Publicações de 2003 a 2015**, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.5585/geas.v6i2.853>. Acesso em: 01 nov. 2022.

NASCIMENTO, Ana Paula Branco Do; SANTOS, Silvia Rosana Dos; GAUDERETO, Guilherme; GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo. Ecosystem services in urban green areas: Contributions to the United Nations 2030 Agenda. **REVISTA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE CIDADES**, v. 10, p. 108-120, 2022.

NATURE VALUE EXPLORER. **Explore the socio-economic value of nature yourself**. Disponível em <https://www.natuurwaardeverkenner.be/> Acesso em: 01 nov. 2022.

OLIVEIRA, L. Y. Q. D., & CASTILHO, M. A. D. (2022). O plano de revitalização urbana da área central de Campo Grande, MS. *Interações (Campo Grande)*, 23, 133-148.

PECINA, Václav et al. .Polluted brownfield site converted into a public urban park: A place providing ecosystem services or a hidden health threat? **Journal of Environmental Management**, v. 291, 2021. Disponível em: [10.1016/j.jenvman.2021.112669](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112669) Acesso em: 01 nov. 2022.

PENG, L.L.H., JIM, C.Y., Economic evaluation of green-roof environmental benefits in the context of climate change: the case of Hong Kong. **Urban Forest & Urban Greening**, v.14, n. 3, p. 554–561, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.05.006> Acesso em: 01 nov. 2022.

PEREIRA, G. M., de SOUSA Junior, A. M., & VIEIRA, A. H. (2022). Marco Legal da Urbanização no Brasil: reflexos na função social da propriedade. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 11(1), 77-94.

PORTO, Mariana Aderaldo; CASTRO, Marcelo Augusto Farias de. Proposta de metodologia para desenvolvimento de brownfields revitalizados. **Latin American Real Estate Society (LARES)**, n. 61, 2018. Disponível em: https://ideas.repec.org/p/lre/wpaper/lares_2018_paper_61-porto-castro.html Acesso em: 01 nov. 2022.

PUEFFEL, Catharina; HAASE, Dagmar; PRIESS, Joerg A. Mapping ecosystem services on brownfields in Leipzig, Germany. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 73–85, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.011> Acesso em: 01 nov. 2022.

QICHENG Zhong, LANG Zhang, Yi Zhu, CECIL Konijnendijk van den Bosch, JIGANG Han, Guilian Zhang & YUEZHONG Li (2020) A conceptual framework for ex ante valuation of ecosystem services of brownfield greening from a systematic perspective, **Ecosystem Health and Sustainability**, 6:1, 1743206, Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1743206>

RODRIGUEZ, Carlos René Muñiz. **Estimativa do potencial sequestro de carbono em áreas de preservação permanente de cursos d'água e topos de morros mediante reflorestamento com espécies nativas no município de São Luiz do Paraitinga**. São José dos Campos : INPE, 2015. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3JSQ4PS> Acesso em: 01 nov. 2022.

Rolo, D.A.O.M. ; GALLARDO, A. L. C. F. ; RIBEIRO, A. P. ; KNISS, C. T. ; ZAJAC, M.A.L. . Adaptação às mudanças climáticas baseada em ecossistemas para promover cidades resilientes e sustentáveis: desafios e oportunidades na revitalização de rios urbanos Adaptação baseada em ecossistemas para promover cidades resilientes e sustentáveis: análise de programas de revitalização de rios urbanos de São Paulo. **REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**, v. 15, p. 220-235, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01471-0> Acesso em; 01 nov. 2022

ROLO, D.A.O.M. ; GALLARDO, A. L. C. F. ; RIBEIRO, A. P. ; SIQUEIRA-GAY, J. . Local society perception on ecosystem services as an adaptation strategy in urban stream recovery programs in the city of São Paulo, Brazil. **ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**, v. 67, p. 1-15, 2021.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2002000100009> Acesso em; 01 nov. 2022

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Revitalização de áreas contaminadas: remediação e revitalização de áreas contaminadas: aspectos técnicos, legais e financeiros**. São Paulo: Signus, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001410237> . Acesso em: 01 nov. 2022.

SANTOS, J. S. São Roque de Outrora. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo**, volume XXXVII, 1939. Disponível em: <http://ihgsp.org.br/wp-content/uploads/2018/02/Vol-89.pdf> Acesso em: 01 nov. 2022.

SÃO PAULO (SP). **Manutenção da decisão de tombamento da Fábrica Brasital**. Diário oficial do estado de São Paulo, São Paulo, 4 março. 2020. p. 32. Disponível em: <http://condephaat.sp.gov.br/benstombados/antiga-fabrica-de-tecidos-brasital/> acesso em: 01 nov. 2022.

SCHAAFSMA, M. Spatial and geographical aspects of benefit transfer. In: Benefit Transfer of Environmental and Resource Values. **Springer, Netherlands**, pp. 421–439. Disponível em: <https://research.vu.nl/en/publications/spatial-and-geographic-aspects-of-benefit-transfer> Acesso em: 01 nov. 2022.

Sessa, M. R., Russo, A., & Sica, F. (2022). Opinion paper on green deal for the urban regeneration of industrial brownfield land in Europe. *Land Use Policy*, 119, 106198.

Sims, N. C., England, J. R., Newnham, G. J., Alexander, S., Green, C., Minelli, S., & Held, A. (2019). Developing good practice guidance for estimating land degradation in the context of the United Nations Sustainable Development Goals. *Environmental Science & Policy*, 92, 349-355.

SIQUEIRA-Gay, J., GALLARDO, A. L. C. F., & GIANNOTTI, M. (2019). Integrating socio-environmental spatial information to support housing plans. *Cities*, 91, 106-115.

SONG, Yinan et al. Natured based solutions for contaminated land remediation and brownfield redevelopment in cities: a review. **SCI Total Environ**, v. 663, n. 1, p 568-579, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30726765/> Acesso em: 01 nov. 2022.

SOUZA, V. V. da C; et al. Pagamento por serviços ambientais de recursos hídricos em áreas urbanas: perspectivas potenciais a partir de um programa de recuperação da qualidade de água na cidade de São Paulo. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 20, n. 42, pp. 493-512, maio/ago 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2018-4209>. Acesso em: 01 nov. 2022

TZOULAS, K.; KORPELA, K.; VENN, S.; YLI-PELKONEN; et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: a literature review. **Landscape Urban Plann.** v. 81, p. 167–178, 2007. Disponível em: <http://ggi.dcp.ufl.edu/library/reference/Promoting%20ecosystem.pdf> Acesso em: 01 nov. 2022.

VALCK, Jeremy; ROLFE, John. Spatial heterogeneity in stated preference valuation: status, challenges and road ahead. **Int. Rev. Environ. Resour. Econ.**, v.11, n. 4, p. 355–422, 2018. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/now/jirere/101.00000097.html> Acesso em: 01. nov. 2022.

VALCK, Jeremy; BBEAMES, Alistair ; LIEKENS, Inge; BETTENS, Maarten; SEUNTJENS, Piet; BROEKX, Steven. Valuing urban ecosystem services in sustainable brownfield redevelopment. **Ecosystem Services**, v. 35, p. 139–149, 2019. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/ecoser/v35y2019icp139-149.html> Acesso em: 01 nov. 2022.

VASQUES, A. R.; MENDES, A. A. **Redesenvolvimento de brownfields: estudos de casos, desafios e perspectivas.** In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL – desenvolvimento Local na Integração: Estratégias, Instituições e Políticas. Anais...Rio Claro, UNESP, 19-21 mai. 2004. CD-ROM.

VASQUES, Amanda Ramalho. **Refuncionalização de Brownfields: estudo de caso na zona leste de São Paulo-SP.** 2005. vii, 160 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95620>. Acesso em: 01 nov. 2022.

VENTER, T.. Brownfield development is the new green for sustainable mine-dump redevelopment. **Town and Regional Planning**, v. 76, p. 42-55, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18820/2415-0495/trp76i1.4>. Acesso em: 01 nov. 2022.

WANG, Y., BAKKER, F., GROOT, R., WORTCHE, H.. Effect of ecosystem services provided by urban green infrastructure on indoor environment: a literature review. **Build. Environ.**, v. 77, p. 88–100, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.021> Acesso em: 01 nov. 2022.

WASHBOURNEA, Carla-Leanne; Mark A. Goddard, Gaëtane Le Provost, David A.C. Manning, Peter Manning. Trade-offs and synergies in the ecosystem service demand of urban brownfield stakeholders. **Ecosystem Services**, v. 42, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101074> Acesso em: 01 nov. 2022.

ZHONG, Qicheng et al. A conceptual framework for ex ante valuation of ecosystem services of brownfield greening from a systematic perspective. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 6, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1743206>. Acesso em: 01 nov. 2022.

ZHONG, Q., ZHANG, L., ZHU, Y., KONIJNENDIJK van den Bosch, C., HAN, J., Zhang, G., & Li, Y. (2020). A conceptual framework for ex ante valuation of ecosystem services of brownfield greening from a systematic perspective. *Ecosystem Health and Sustainability*, 6(1), 1743206.