

PROJETO MAPAS: METODOLOGIA INOVADORA PARA PLANEJAMENTO URBANO EM ÁREAS DE RISCO FERROVIÁRIO EM BELO HORIZONTE E CONTAGEM

R. M. Loura; L.S. Bragança; A. I. Sá; M. R. Maia; J. T. Miranda; G. Barcelos; C. A. Davis Jr; N. Rena.

RESUMO

O Projeto MAPAS - Mapeamento, Análise, Prognóstico e Ações Sustentáveis - é resultado de uma parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação entre a VLi Multimodal S.A., a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG). A iniciativa desenvolve soluções inovadoras diante de uma ocorrência histórica de ocupações irregulares de risco na ferrovia operada pela concessionária de transporte de carga. Para isso, estão sendo desenvolvidas soluções de gestão e territoriais para reduzir a insegurança operacional para as pessoas, os riscos para os ativos e cargas, melhorando o uso de áreas residuais no domínio ferroviário e preservando os valores sociais, ambientais e econômicos compartilhados pelo território e seus atores. A metodologia do projeto advém da integração entre mapeamento e manipulação de dados territoriais, análise e produção de prognósticos, desenvolvimento de propostas de intervenção e elaboração de um catálogo de soluções territoriais generalizáveis. Todo esse processo está incluído em uma plataforma digital online, que permite a interoperabilidade entre dados e a reaplicação do método em várias áreas críticas de alta densidade ocupacional ao longo dos 8.000km de extensão da rede ferroviária. O projeto piloto está em desenvolvimento no ramal ferroviário “Ferrugem”, localizado nos limites dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, no estado de Minas Gerais - Brasil. Nessa etapa, foi elaborada a reconstituição histórica da faixa de domínio local, possibilitando a criação de critérios para orientar a classificação das áreas, tendo como principal parâmetro os níveis de risco envolvidos por cada território ocupado. Todo o processo foi executado produzindo-se mapas de indicadores usando o método de tesselação do território, incorporado à plataforma. Portanto, o primeiro lançamento de propostas para usos e programas de intervenção necessários para a ferrovia foi apresentado como resposta ao conjunto de restrições territoriais específicas identificadas em diferentes trechos. Essa abordagem é contemplada pelo catálogo de alternativas de intervenção reaplicáveis, que está associado às políticas ESG - ambientais, sociais e de governança - em articulação com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

1 INTRODUÇÃO

A rede ferroviária brasileira teve seu período áureo, desempenhando um papel crucial no processo de modernização do país, tanto nos anos anteriores quanto posteriores à segunda guerra mundial. Entretanto, a expansão das ferrovias não encontrou condições favoráveis para se disseminar amplamente; pelo contrário, seu avanço foi limitado. Ainda assim, a

ferrovia no Brasil representa o segundo modal mais utilizado para o transporte de cargas, com 23% do total transportado (Nunes, 2006). Um dos desafios para seu funcionamento é o conflito entre ocupação urbana e seus trilhos. A malha ferroviária ainda apresenta características do século 19 e não satisfaz às necessidades atuais da população. As ferrovias foram construídas seguindo uma lógica ultrapassada, estando defasadas desde a década de 1950, quando o país começou a investir quase que exclusivamente em rodovias (Nunes, 2006).

Inicialmente, devido ao tamanho dos assentamentos urbanos e da velocidade de seus comboios, a proximidade entre ferrovia e cidade não apresentava grandes questões. Com o crescimento urbano e a segregação sócio territorial nas cidades brasileiras, as ocupações ao longo das faixas de domínio cresceram e começaram a representar um risco para as comunidades e para a operação ferroviária.

A realidade observada em Belo Horizonte, e em várias outras cidades, revela que muitos trechos da malha ferroviária apresentam ocupações de risco, com os mais diversos tipos de edificações e usos, em intensidades variadas e também em áreas com graus distintos de periculosidade para ocupantes e seu entorno. Outras áreas ainda não ocupadas apresentam alta vulnerabilidade a ocupações futuras, conformando zonas prioritárias para o monitoramento e a prevenção de novas ocupações.

A presença de edificações ou de outros usos incompatíveis com a operação da linha férrea nas faixas de domínio (descarte de resíduos, estacionamento de veículos ou permanência de pedestres) acarreta em graves riscos à segurança das populações locais, assim como aos trabalhadores da ferrovia, de seus equipamentos e infraestruturas, bem como das cargas transportadas. Para além do risco às pessoas, essas ocupações irregulares também constituem gargalos operacionais, impactando a logística de transporte de cargas e de passageiros (quando existir) impondo restrições à velocidade e ao tamanho dos trens que podem transitar nessas áreas. Finalmente, interessa apontar os possíveis impactos ambientais provocados por tais situações, especialmente em áreas onde são transportadas cargas poluentes, bem como em áreas de proteção ou de interesse ambiental.

A questão das ocupações irregulares e da construção informal – seja nas faixas de domínio¹ e operacionais² das ferrovias ou em outras áreas não edificantes por razões diversas – extrapola muito o mero debate da legalidade x ilegalidade e demanda estratégias de ações mais sofisticadas do que a simples desocupação das áreas. Estão envolvidas questões complexas relacionadas aos conflitos fundiários, ao déficit habitacional, à desigualdade de

¹ Entende-se como faixa de domínio das ferrovias as faixas de terreno anexas à linha férrea necessárias para a instalação dos trilhos e demais estruturas necessárias a sua operação – tais como pátios ou estações –, assim como áreas necessárias para eventuais expansões futuras. A legislação federal, por meio do inciso 2 do Decreto 7.929, de 18 de fevereiro de 2013, identifica como faixa de domínio: “a porção de terreno com largura mínima de quinze metros de cada lado do eixo da via férrea, sem prejuízo das dimensões estipuladas nas normas e regulamentos técnicos vigentes, ou definidas no projeto de desapropriação ou de implantação da respectiva ferrovia”. A Lei 13.913, de 25 de novembro de 2019, determina que “ao longo das águas correntes e dormentes e da faixa de domínio das ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado”.

² A Faixa Operacional considera não apenas o gabarito da via permanente, mas também os elementos de infraestrutura da via permanente que garantem sua estabilidade. Em outras palavras, inclui o conjunto de aterros, drenagem, cortes, túneis e pontes dos quais depende a estabilidade do lastro e do sublastro da ferrovia – ver a respeito, Rosa e Ribeiro (2016). Neste sentido, é preciso considerar não apenas a largura da plataforma (7,70m de largura para trilhos em bitola larga), mas também os taludes de cortes e aterros necessários para sua implantação.

acesso dos diferentes setores da população à moradia de qualidade e aos serviços urbanos e, mesmo, às diferentes condições para o exercício da cidadania.

Para enfrentar esse desafio foi feita uma parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação entre a empresa concessionária responsável pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e pelo Tramo Norte da Ferrovia Norte Sul (FNS), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) denominada Projeto MAPAS - mapeamento, análise, prognóstico e ações sustentáveis. A iniciativa desenvolve soluções inovadoras diante de uma ocorrência histórica de ocupações irregulares de risco na ferrovia operada pela concessionária de transporte de carga. Para isso, foram desenvolvidas soluções territoriais e de gestão, no intuito de reduzir a insegurança operacional para as pessoas, os riscos para os ativos e cargas, melhorando o uso de áreas residuais no domínio ferroviário e preservando os valores sociais, ambientais e econômicos compartilhados pelo território e seus atores.

Neste artigo interessa apresentar a proposta de um catálogo de soluções construtivas generalizáveis que pode contribuir para a atuação da concessionária em territórios junto a sua faixa de domínio em locais com necessidade de melhorar a segurança de operação logística da empresa ferroviária. O catálogo foi elaborado a partir dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Será apresentado também um estudo de caso da aplicação deste catálogo no projeto de uma arquibancada-parque para uma faixa de terreno contígua à quadra de uma Escola Municipal, pertencente ao ferroviário Ferrugem, localizado na cidade de Belo Horizonte.

2 PROJETO MAPAS

O método desenvolvido pelo MAPAS advém da integração entre mapeamento e manipulação de dados territoriais, análise e produção de prognósticos, desenvolvimento de propostas de intervenção e elaboração de um catálogo de soluções territoriais generalizáveis. Todo esse processo está incluído em uma plataforma digital *online*, que permite a interoperabilidade entre dados e a reaplicação do método em várias áreas críticas de alta densidade ocupacional ao longo de toda a extensão da rede ferroviária sob responsabilidade da concessionária parceira.

A plataforma digital do MAPAS recorre à ciência de dados e à visualização de dados para produzir análises precisas e detalhadas dos territórios que permitem alimentar diálogos voltados à tomada de decisão, o que qualifica as soluções de projeto. A visualização de dados é um componente crucial desse método, pois transforma informações complexas em representações visuais compreensíveis. A percepção visual, em particular, ajuda a identificar padrões e tendências, tornando-se uma etapa crítica no processo de ciência de dados. Desse modo, buscamos referências em trabalhos como o desenvolvido pelo arquiteto espanhol Eduardo Arroyo (2001), que utiliza o geoprocessamento gerando indicadores multicritério para orientar soluções de desenho urbano. O MVRDV (2005), com seu conceito de *datascape*, exemplifica como a visualização de dados pode influenciar a arquitetura e o urbanismo. Projetos como *MetaCity/DataTown* (MVRDV, 1999) e *Paris(plus)Petit* (MVRDV, 2008) utilizam dados espaciais para definir programas de necessidades e tomar decisões fundamentadas. Esse último exemplo, um masterplan para Paris, desenvolve uma metodologia em uma plataforma autoral chamada *City*

Calculator®³, na desafiadora tarefa de mitigar a expansão urbana futura e transformar radicalmente o *Grand Paris* em uma das cidades de alta qualidade mais densas, compactas e, portanto, sustentáveis do mundo.

O *Senseable City Lab* do MIT (Ratti, 2024) trabalha com a ideia da cidade em tempo real, utilizando dados coletados continuamente por sensores urbanos para transformar a compreensão e o projeto das cidades. Um exemplo notável é o *Manhattan Population Explorer* (SENSEable City Lab., 2024), que modela a mobilidade urbana em 3D, mostrando a variação de densidade populacional ao longo do dia. Esse método demonstra como a integração de análise de dados e visualização pode criar soluções projetuais mais informadas e eficazes.

Partindo de referências como essas, bem como das questões e demandas específicas identificadas na investigação sobre os conflitos provocados pelas ocupações irregulares nas faixas de domínio ferroviárias, foi desenvolvido um método estruturado a partir das seguintes etapas⁴:

- Reconstituição dos limites da faixa de domínio dos trechos indicados pela concessionária como áreas de interesse – áreas que apresentam elevados registros de eventos como: ocupações de risco, roubos de carga, descarrilamentos e tombamentos de vagões. Interessa compreender, de fato, suas fronteiras e territórios, uma vez que a legislação não determina limites precisos para as faixas de domínio e, muitas vezes, as próprias concessionárias não possuem este registro;
- Mapeamento das ocupações internas às faixas de domínio são que serão ranqueadas em função do risco que representavam à vida, ao meio ambiente e à operação da ferrovia, indicando áreas prioritárias para a desocupação;
- A partir da definição de maior risco das zonas ocupadas, há uma combinação entre áreas desocupadas vulneráveis e novas ocupações, configurando as áreas prioritárias para o recebimento de intervenções;
- Estabelecimento de diretrizes projetuais a partir da combinação de variáveis ligadas às características territoriais, ambientais e às dinâmicas urbanas identificadas em cada área;
- Aplicação do catálogo de soluções generalizáveis para materializar o projeto específico de intervenção na área.

Parte desse processo é feita de forma não automatizada, como a reconstituição das faixas de domínio. Porém, outras etapas – definição dos indicadores de prognósticos a novas ocupações; identificação das zonas com prioridade de remoção e das áreas prioritárias de intervenção – são feitas por meio de *workflows* programados na plataforma digital do projeto, a partir do método de tesselação regular, que consiste na divisão do espaço em células de tamanho e formato uniforme, de maneira que a todo ponto do espaço modelado corresponde exatamente uma célula (Borges et al., 2005). Assim, as proposições de usos e programas de necessidades de intervenções para um determinado trecho da ferrovia são apresentadas como resposta ao conjunto de condicionantes territoriais específicas identificadas.

³ O City Calculator®, desenvolvido pelo MVRDV, é uma ferramenta inovadora de planejamento urbano que permite uma análise detalhada e interativa de diferentes cenários urbanos. Projetado como parte da resposta à consulta de planejamento urbano de 2008 do presidente Sarkozy para a área da Grande Paris, o City Calculator tem o objetivo de apoiar a tomada de decisões informadas e fundamentadas no contexto do planejamento urbano sustentável. Funcionalidades do City Calculator®: a) simulação de cenários; b) análise de dados; c) interface interativa e; d) ferramenta de decisão.

⁴ Por não se tratar do objeto central deste artigo, e devido aos limites de extensão do texto, o método será aqui apresentado de maneira bastante resumida.

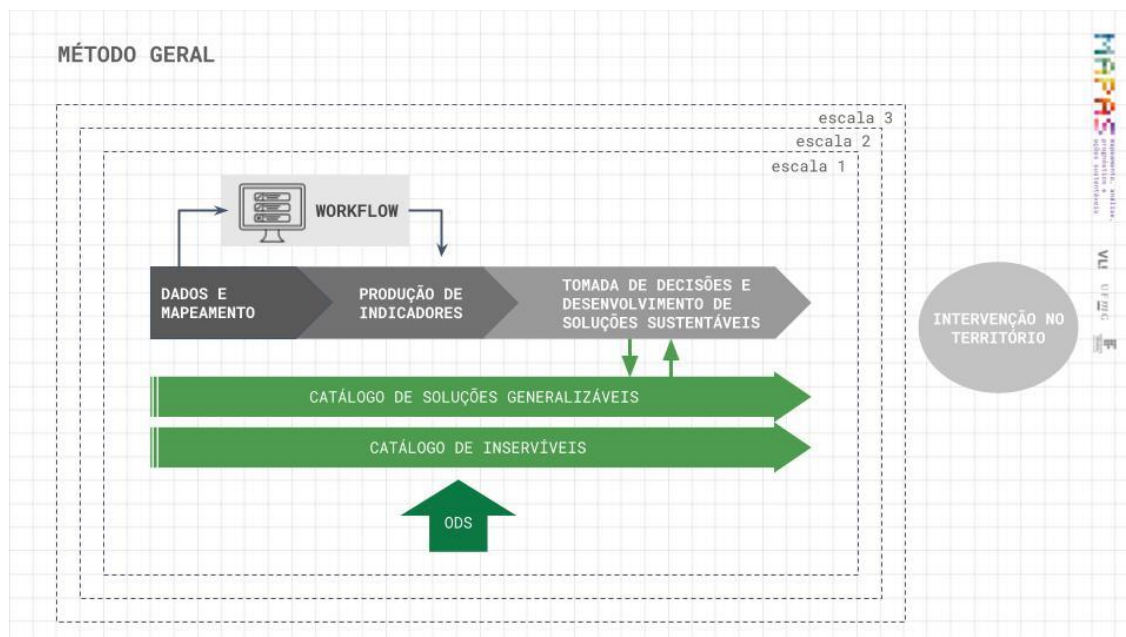


Figura 1 - Síntese do método. Fonte: Projeto MAPAS, 2024

3 CATÁLOGO DE SOLUÇÕES GENERALIZÁVEIS

3.1 Pressupostos

A proposta explora o potencial da fronteira com as ferrovias com intuito de criar um território de relação entre cidade e linha férrea contendo intervenções de pequeno porte e baixo custo, partindo do entendimento de que essas soluções podem ser utilizadas em novos locais. Assim, a equipe elaborou o conceito de Situações Territoriais Generalizáveis. A ideia de fronteira enfoca a coexistência, mais do que a identidade — objetos de pensamento acessíveis pelo contorno. São lugares de alianças e substituições que apontam o reconhecimento e a necessidade de limites. As fronteiras são zonas cinzentas onde os contornos são fluidos e as separações e as ligações dos campos opostos se fazem ou desfazem abrindo possibilidades (Deleuze, Guattari, 1997). Nesse sentido, entender esse limite entre ferrovia e cidade abre múltiplas possibilidades de construir espacialmente uma relação entre esses dois campos.

O termo Soluções Generalizáveis se refere às propostas de desenho urbano, criadas a partir do entendimento do território de fronteira entre a ferrovia e a cidade, que utilizam componentes e módulos combináveis, permitindo sua reaplicação em outros contextos semelhantes. Logo, como proposição técnica-espacial, a solução tem um caráter generalizável, mas no que refere à sua execução, esta deverá considerar uma certa adaptação quanto às características específicas territoriais, como por exemplo: topografia, geografia, contexto social e urbano, etc.

Sendo a sustentabilidade uma questão transversal a toda a abordagem do MAPAS, as Soluções Territoriais Generalizáveis englobam os princípios concernentes tanto aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), quanto respondem aos objetivos gerais do Projeto MAPAS.

A ideia de catálogo pode inicialmente, suscitar que as soluções são genéricas e desconectadas do território e das questões urbanas amplamente complexas. Todavia, o

catálogo serve como um guia abrangente e estruturado para identificar, planejar e implementar estratégias que visam melhorar a segurança e criar a oportunidade de um inter relacionamento entre ferrovia e cidade menos conflituosa. Esse é o principal objetivo do catálogo de soluções generalizáveis.

A proposta do MAPAS tem também como princípio, desvendar e repensar o método e o significado da modularidade, não apenas como um meio de repetição mas como uma resposta de design contextual (Arisya e Suryantini, 2021) capaz de promover variabilidade de combinações utilizando módulos pré estabelecidos. Com o uso de módulos o que se pretende é permitir a invenção de novos espaços e combinações a partir de componentes com caráter generalizável e não genérico. A modularidade permite a construção da arquitetura como partes que constroem o todo, criando uma ligação entre escalas espaciais do objeto ao contexto urbano. Essa noção reposiciona o desenho de espaços de fronteira entre ferrovia e cidade, articulando micro elementos e escala urbana. Além disso, pode criar interação e variação espacial a partir da modulação, permitindo a adaptação à dinâmica do contexto existente. As iterações de variação podem ser organizadas para criar uma configuração de conjunto singular a partir de elementos padronizados.

O desafio de aumentar a segurança de operação logística ao longo das faixas de domínio que atravessam áreas urbanas em muitos casos precisa considerar também a condição de precariedade das ocupações formais ou informais lindeiras. Portanto, no projeto MAPAS entende-se que não é suficiente pensar em soluções tecnicistas voltadas apenas para apartar de maneira simplista o espaço de operação ferroviária, do espaço de vida urbano. A proposta do Catálogo de soluções generalizáveis é capitalizar o design modular como a base da sua estrutura no desenvolvimento de um quadro que é conciso nos seus parâmetros, mas que fomenta a imaginação e a criatividade.

O catálogo de soluções construtivas generalizáveis foi elaborado para oferecer respostas singulares, uma vez que se adequam aos seus diferentes contextos territoriais, ambientais e socioeconômicos, para intervenções frente às múltiplas situações possíveis que explicam o processo de ocupação do território contíguo à faixa de domínio, ou mesmo da faixa propriamente. Ou seja, trata-se de propostas na escala local capazes de se adequar a situações típicas que se repetem ao longo da faixa de domínio. Logo, cada intervenção será apresentada como resposta a uma gama de condicionantes territoriais identificadas e concatenadas de maneira que o conjunto obtido forneça possibilidades de intervenções em resposta.

Esse catálogo se presta como ferramenta para elaboração de intervenções preventivas a novas ocupações de risco contemplando usos diversos e adequados ao local. Além de evitar a instalação do problema em áreas com alto potencial de ocupação, previne-se a ocorrência de reocupação de áreas já desocupadas previamente, evento que acontece, conforme registros da própria concessionária. Trata-se de um material que é parte do método mais abrangente de diagnóstico/ mapeamento e prognóstico territorial elaborado pelo Projeto MAPAS. Ou seja, sua aplicação descontextualizada das demais etapas do método implica possivelmente em resultados insatisfatórios.

3.2 Proposta

Para alcançar seus propósitos, o catálogo segue o conceito de uma modulação dimensional que confere flexibilidade de aplicações e combinações de usos em contextos com

dinâmicas urbanas distintas e topografias diversas. As soluções que compõem o catálogo foram desenvolvidas usando materiais construtivos disponíveis amplamente no país e também materiais inservíveis à disposição da empresa, como trilhos, dormentes e vagões. Além disso, as soluções foram pensadas para serem de complexidade construtiva relativamente baixa. Há 164 módulos organizados em 17 conjuntos separados por sua aplicação que combinados têm seus usos majoritariamente voltados ao lazer comunitário. Os conjuntos de aplicação são: Bancos, Cercas, Coberturas, Escadas, Ginástica, Horta, Jardineira, Lixeira, Mesas, Monólitos, Muros, Paraciclos, Pisos, Playground, Quiosque, Skate e vagão. Cada um desses conjuntos possui diferentes tipos de módulos, o que confere flexibilidade e adaptabilidade à utilização do catálogo. As propostas de intervenção se estruturam a partir de combinações diversas dos módulos que compõem o catálogo.

Objetivamente, o catálogo é composto por (i) documento geral de apresentação que apresenta cada conjunto de módulos e traz exemplos de agrupamentos; (ii) documento geral de especificações construtivas gerais dos módulos; (iii) planilha com descrição detalhadas de cada módulo, incluindo indicação de relação do módulo com os objetivos do desenvolvimento sustentável; e (iv) ficha com representação técnica detalhada para cada módulo. A figura 1 mostra um trecho da planilha e uma ficha técnica para exemplificar.

A utilização do catálogo de soluções generalizáveis, para além de ser uma biblioteca de módulos que permite maior celeridade e previsibilidade de custos, reforça a criação de uma linguagem comum de ação da empresa ao longo de toda a malha sob sua concessão que tem interface de risco operacional com o tecido urbano. A intenção é fortalecer a cultura de atuação colaborativa entre residentes lindeiros à faixa de domínio e concessionária. Neste aspecto cabe ressaltar que os módulos com usos indicados e os produtos visuais presentes no catálogo abrem uma possibilidade de diálogo entre empresa e comunidade para a construção da intervenção territorial.

3.3 Possíveis aplicações

Encerrando a apresentação do catálogo cumpre delimitar as áreas compatíveis com sua aplicação. Essas áreas foram agrupadas em três tipos, sendo o primeiro grupo composto por áreas de fronteira imediata entre a ferrovia e a cidade, na qual exista necessidade premente de estabelecimento de elementos de fechamentos voltados à segurança, tais como cercas, muros, guarda-corpos, etc. O segundo grupo é composto por áreas com até 15 metros de largura que se enquadrem em uma das seguintes situações:

- Áreas residuais criadas após a remoção de ocupações de risco situadas ao longo do ramal fora da faixa de domínio e operacional;
- Áreas públicas adjacentes, distantes de no máximo 100 metros da ferrovia mas conectadas diretamente a esta pela malha urbana;
- Áreas públicas adjacentes ou lindeiras à ferrovia, fora da faixa de domínio e operacional, remanescentes de contornos rodoviários ou da instalação de outros tipos de infraestrutura urbana;
- Áreas sob responsabilidades da concessionária, dentro da faixa operacional ou de domínio, que permitam intervenções previstas no Catálogo sem qualquer risco para a operação do Ramal;
- Áreas particulares, que se enquadrem nas mesmas situações previstas para as áreas públicas, e que sejam objeto de parceria específica com a concessionária.

complementar a outro programa arquitetônico de maior porte implantado pela concessionária ou seus parceiros públicos ou privados.

4 CASO FERRUGEM

Localizado no limite entre a Zona Oeste de Belo Horizonte e o bairro Cidade Industrial, no município de Contagem, o Ramal Ferrugem foi escolhido como área piloto do Projeto MAPAS devido à grande intensidade de ocupações de risco na faixa de domínio da ferrovia e aos impactos destas ocupações na segurança da comunidade local, bem como na segurança operacional, na logística de manutenção e de transporte de cargas da ferrovia.

Os 8km de extensão do Ramal foram objeto de todas as etapas do método MAPAS supracitadas cujo resultado apontou à delimitação de quatro zonas prioritárias para o recebimento de intervenções destacadas na Figura 3:

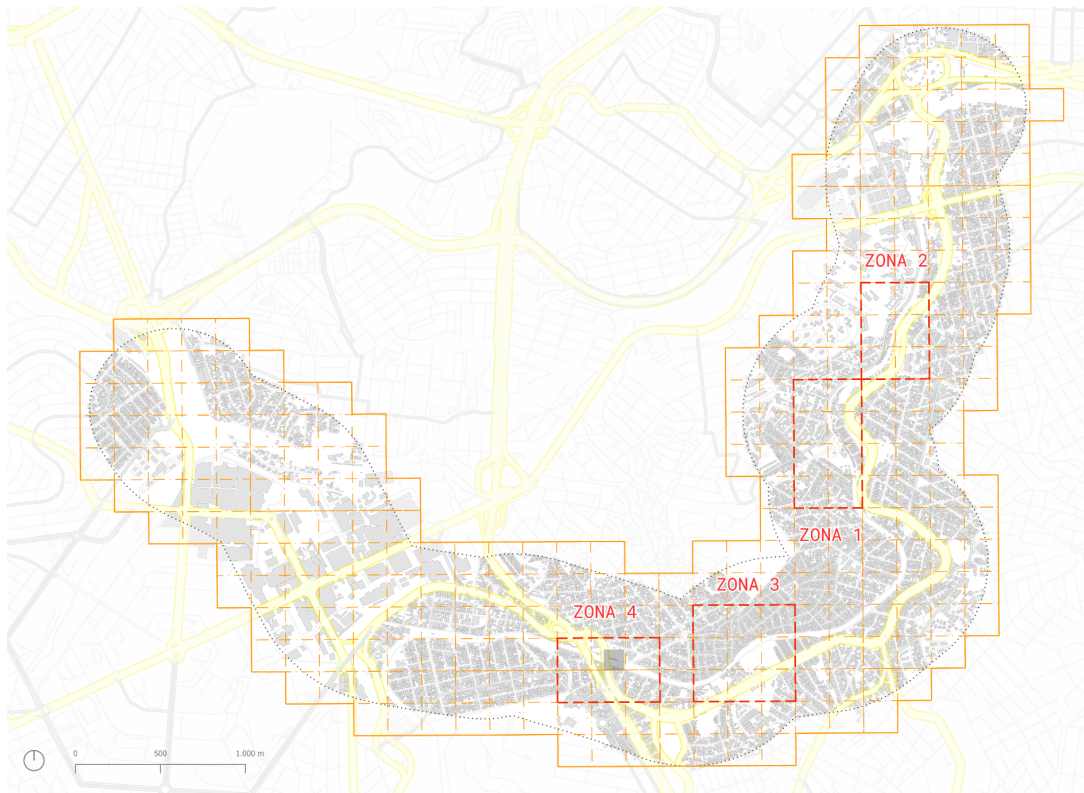


Figura 3 - Zonas mais críticas em relação às ocupações de risco, internas ao Ramal Ferrugem. Fonte: Projeto MAPAS, 2023

Para o presente artigo, foi realizado um recorte para apresentar a leitura territorial feita para a Zona 4, para a qual foi elaborado o anteprojeto da arquibancada-praça no Campo da Escola Municipal Pe. Henrique Brandão.

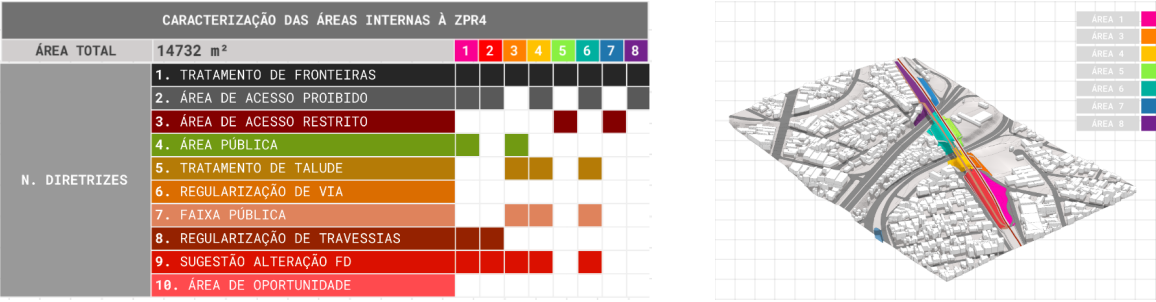


Figura 4 - ZPR4 e diretrizes de projeto pertinentes a cada uma das suas sub-áreas.
Fonte: Projeto MAPAS, 2023

O Campo da Escola Pe. Henrique Brandão está localizado em uma área paralela à ferrovia, em um trecho onde a linha férrea está elevada acima de uma rodovia de ligação regional com tráfego intenso. O trecho em desnível entre o Campo e a Ferrovia é composto em parte pela faixa de domínio, e em parte por áreas públicas municipais (terreno da escola), e encontra-se ocupado por baías improvisadas para cavalos de carroceiros e pequenas edificações onde alguns desses carroceiros vivem. A figura 5 ilustra a proposta desenvolvida.



Figuras 5 - Anteprojeto para a arquibancada-parque (imagens ilustrativas). Fonte: Projeto MAPAS, 2023

Além de se localizar em uma das quatro zonas mapeadas como de maior risco no Ramal, a área também despertou o interesse do projeto por haver uma demanda da Escola – um importante ator da comunidade local – em realizar uma parceria para revitalização do Campo, possibilitando que ele pudesse ser incorporado a um programa comunitário de esporte e lazer para os habitantes do entorno. A leitura das diretrizes de projeto para a área sinalizava o potencial de articular áreas de uso público a soluções de tratamento de fronteira (de maneira a isolar os trilhos e garantir a segurança dos estudantes e demais usuários do espaço, bem como a segurança operacional da ferrovia). Dessa forma, surgiu a proposta da arquibancada praça: uma faixa contígua ao Campo capaz de atender às demandas de suporte aos jogos, mas que também fornece pequenos espaços públicos para atividades de descanso, convívio e lazer que expandem as alternativas de uso do local e tiram proveito do desnível existente. Todo o projeto foi elaborado a partir da articulação de diferentes módulos do catálogo de soluções generalizáveis, selecionados a partir das necessidades específicas do contexto

5 CONCLUSÃO

Considerando a complexidade do desafio de tratar a interface cidade-ferrovia, principalmente em áreas urbanas periféricas, o projeto MAPAS propõe um catálogo de soluções generalizáveis. A flexibilidade proporcionada pelo sistema modular do catálogo permitirá a reconfiguração dos espaços de fronteira conforme a evolução das distintas necessidades e demandas. A adaptabilidade do sistema, independentemente de seu propósito de uso, assegura que essas estruturas possam configurar espaços diversos. Essa adaptabilidade foi crucial na elaboração do catálogo de soluções generalizáveis como meio para satisfazer tanto as necessidades de acomodação das pessoas quanto às demandas relacionadas à infraestrutura ferroviária.

Como princípio de design, as soluções generalizáveis podem adotar princípios de criação de composições espaciais tridimensionais tangíveis, empregadas em múltiplos espaços, incluindo aqueles para os quais não foram inicialmente pensados. A flexibilidade pode ser percebida como uma parte integrante da modularidade. Módulos sistemáticos podem possibilitar usos flexíveis.

A aplicação das soluções presentes nesse catálogo para o território de Ferrugem ilustrou a versatilidade e adaptabilidade alcançadas. Para além desse estudo de caso apresentado, a equipe MAPAS está desenvolvendo outras intervenções utilizando o catálogo em outros trechos da ferrovia e em contextos distintos, o que vai ampliando a criação dos módulos, já que novas demandas de uso vão surgindo ao longo da expansão territorial do projeto.

6 REFERÊNCIAS

- Arisya, K. F., & Suryantini, R. (2021). **Modularity in design for disassembly (DfD): Exploring the strategy for a better sustainable architecture**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012024>
- ARROYO, Eduardo. **Instrucciones borrosas, paisajes de adecuación**. El Croquis: Principios de siglo | En proceso (II), n. 106/107, p. 104-159, 2001.

BORGES, Karla A. V., DAVIS Jr., Clodoveu A., Laender, A. H. (2005). **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. In Casanova, M. A. et al. Bancos de Dados Geográficos. Disponível em <https://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>

DELEUZE, Gilles e GUATTARI, Félix. (1997). Mil Platôs. **Capitalismo e Esquizofrenia**. Rio de Janeiro: Editora 34.

MVRDV. (1999). **MetaCity/DataTown**. Rotterdam: 010 Publishers.

MVRDV. KM3: **Excursions on capacities**. (2005). Barcelona: Actar.

MVRDV. (2008). **Paris(plus)Petit**. Disponível em: <https://www.mvrdv.com/projects/358/gran>. Acesso em: 20 maio 2024.

Nunes, Ivanil (2006). **Ferrovia brasileira: concessão pública para uso privado**. Revista Ibero Americana de Estratégia. Número 5(2), p.109-119. ISSN: 2176-0756. viewed em 16 de maio, < <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331227108012>>

RATTI, Carlo. (2024). **Urban Innovation: Transforming Cities with Technology**. Disponível em: <http://senseable.mit.edu/urban-innovation>. Acesso em: 20 maio 2024.

ROSA, R. A.; RIBEIRO, R. C. (2016). **Estradas de ferro: projeto, especificação & construção**. Vitória. Editora EDUFES.

SENSEable City Lab. (2024). **Manhattan Population Explorer**. Disponível em: <http://senseable.mit.edu/manhattan-population-explorer>. Acesso em: 20 maio 2024.