

O conceito da Hélice Quintupla aplicado ao processo avaliativo de projetos sustentáveis: Protocolo Urbano Momentâneo de Avaliação Afetiva (PUMAA)

The concept of the Quintuple Helix applied to the evaluation process of sustainable projects: Protocol of Urban Momentary Affective Assessment (PUMAA)

Felipe Gabriele, mestre, UFPE

felipe.gabriele@ufpe.br

Bernardo Providência, doutor, UMinho

providencia@eaad.uminho.pt

Germannya Silva, doutora, UFPE

germannya.asilva@ufpe.br

Resumo

Este artigo apresenta a concepção e a arquitetura metodológica do Protocolo Urbano Momentâneo de Avaliação Afetiva (PUMAA), proposto para avaliar ambientes urbanos com intervenções de Trânsito Calmo. O protocolo, atualmente em fase de validação inicial, baseia-se na Hélice Quintupla para integrar o conhecimento político, educacional, econômico, ambiental e sociocultural e responder à lacuna de capturar a experiência momentânea vivida pelos pedestres. O método está dividido em três fases — Análise do Problema; Análise do Afeto e Índice de Afeto — integrando evidências do neurourbanismo para compreensão dos estados emocionais e comportamentais dos usuários. As intervenções de Trânsito Calmo mobilizam simultaneamente todas as cinco dimensões da Hélice e o presente protocolo pretende ser uma ferramenta replicável para apoiar o planejamento urbano centrado no bem-estar das pessoas.

Palavras-chave: Neurourbanismo; Hélice Quintupla; Avaliação Afetiva; Trânsito Calmo.

Abstract

This article presents the conception and methodological architecture of the Protocol of Urban Momentary Affective Assessment (PUMAA), proposed for evaluating urban environments with Traffic Calming interventions. The protocol, currently in the initial validation phase, is based on the Quintuple Helix to integrate political, educational, economic, environmental, and sociocultural knowledge and address the gap in capturing the momentary experience lived by pedestrians. The method is divided into three phases—Problem Analysis; Affect Analysis; and Affect Index—integrating evidence from neurourbanism to understand the emotional and behavioral states of users. Traffic Calming interventions simultaneously mobilize all five dimensions of the Helix, and this protocol aims to be a replicable tool to support urban planning centered on people's well-being.

Keywords: Neurourbanism; Quintuple Helix; Affective Assessment; Traffic Calming.

1. Introdução

O cenário urbano contemporâneo é marcado por tensões irreconciliáveis entre três imperativos: a persistência do carrocentrismo em cidades sufocadas pelo congestionamento, a fragmentação entre decisões técnicas isoladas (engenharia, economia, ambiente) e o desconhecimento sistemático sobre como essas decisões afetam a experiência e o bem-estar dos seus usuários. A Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) estima que 68% da população mundial viverá em cidades até 2050, com implicações relevantes para a saúde mental, a qualidade ambiental e a equidade social. Neste cenário, emergem preocupações em desenvolver dispositivos de avaliação urbana que considerem não apenas indicadores objetivos, mas também a experiência vivida dos pedestres — os usuários mais vulneráveis do espaço urbano (Bray Sharpin *et al.*, 2022).

O modelo da Hélice Quíntupla (Carayannis; Barth; Campbell, 2012) oferece um framework conceitual promissor para essa integração. Diferentemente de abordagens isoladas, o modelo prescreve que a inovação e o desenvolvimento sustentável emergem da recirculação contínua de conhecimentos entre cinco eixos estruturantes: sistema político, sistema educacional, sistema econômico, ambiente natural e sociedade/cultura. Quando aplicado ao contexto urbano, esse modelo reconhece que a qualidade de uma cidade não pode ser mensurada exclusivamente por métricas de fluxo de tráfego, investimento econômico ou conformidade ambiental. Antes, exige integração substantiva de como essas dimensões se refletem na experiência vivida dos habitantes.

Concebido com o objetivo de operacionalizar essa integração, o Protocolo Urbano Momentâneo de Avaliação Afetiva (PUMAA), estrutura-se em torno de três fases — Análise do Problema, Análise do Afeto e Índice de Afeto — combinando instrumentos de mensuração da experiência emocional (psicométricos; neurofisiológicos) com análise qualitativa de narrativas urbanas. Sua aplicação pretendida centra-se na avaliação de projetos urbanos com intervenções de Trânsito Calmo (TC; Traffic Calming), estratégias de reconfiguração do espaço urbano que priorizam o pedestre sobre o automóvel.

A escolha de Trânsito Calmo como foco de aplicação é estratégica: essas intervenções são paradigmáticas para testar a integridade do protocolo, porque afetam simultaneamente todos os cinco eixos da Hélice Quíntupla. Do ponto de vista político, requerem articulação entre governo local, políticas de mobilidade e regulamentações de trânsito. Educacionalmente, demandam mudança comportamental de motoristas e pedestres, além de geração de conhecimento sobre eficiência. Economicamente, envolvem custo-benefício (investimento vs. redução de acidentes, ganhos produtivos). Ambientalmente, afetam poluição sonora, qualidade do ar e microclima. E culturalmente, transformam a experiência vivida do espaço público e o sentido de apropriação comunitária. Com uma intervenção urbana que mobiliza essa síntese de dimensões, o Trânsito Calmo torna-se um laboratório promissor para validar um protocolo que se propõe integrador.

O objetivo deste artigo é apresentar a concepção conceitual e a arquitetura metodológica do PUMAA, atualmente em fase de validação. O escopo, desenvolvido em projeto de doutorado, centra-se na proposição de um instrumento interdisciplinar que operacionaliza a

Hélice Quíntupla para avaliação afetiva de intervenções urbanas de Trânsito Calmo, integrando evidências do neurourbanismo sem apresentar resultados empíricos consolidados. Essa contribuição teórico-metodológica busca preencher a lacuna entre *frameworks* integradores e ferramentas práticas de mensuração da experiência vivida dos pedestres.

2. Fundamentos teóricos

O modelo de Hélice Tripla, desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), propunha uma articulação entre Academia, Estado e Indústria como pilares da inovação e desenvolvimento econômico. Posteriormente, a Hélice Quádrupla incorporou a Sociedade como quarto eixo, reconhecendo que a inovação não emerge apenas de interações tecnocráticas, mas demanda engajamento com as demandas, conhecimentos e valores socioculturais (Carayannis; Campbell, 2009).

A Hélice Quíntupla, formalizada por Carayannis, Barth e Campbell (2012), avança significativamente ao incluir o Ambiente Natural como quinto eixo estruturante. Este modelo prescreve que o desenvolvimento sustentável emerge quando os cinco eixos dialogam de forma recíproca e coevolutiva, sem hierarquia ou subordinação entre eles.

Contudo, a prescrição teórica da Hélice exige ancoragem em mecanismos mensuráveis. De que forma capturar e medir a "experiência vivida" de modo que seja rigoroso, reproduzível e útil para formuladores de políticas públicas? O neurourbanismo fornece a estrutura operacional necessária. Ao conectar mecanismos neurobiológicos a decisões de projeto, ele busca preencher a lacuna entre a prescrição teórica (Hélice Quíntupla) e a implementação prática (mensuração de impacto emocional).

O neurourbanismo surge como disciplina que articula Neurociência Cognitiva, Psicologia Ambiental e Design Urbano, com o objetivo de compreender como as configurações espaciais afetam estados emocionais, cognição e comportamento. Pesquisas de neuroimagem demonstram que a exposição a ambientes urbanos de baixa qualidade — caracterizados por congestionamento, poluição sonora e carência de áreas verdes — ativa regiões cerebrais associadas ao estresse, particularmente na amígdala e no córtex pré-frontal medial. Inversamente, ambientes com elementos naturais, visibilidade adequada e escala humana promovem ativação de circuitos associados ao repouso e ao bem-estar (Adli *et al.*, 2017; Lederbogen *et al.*, 2011; Sudimac; Sale; Kühn, 2022).

Teorias consolidadas demonstram mecanismos pelos quais ambientes urbanos afetam psicologicamente os indivíduos. A Teoria da Recuperação do Estresse (Ulrich *et al.*, 1991, em tradução livre) documenta que espaços vegetados promovem redução fisiológica do estresse através da ativação do sistema nervoso parassimpático. A Teoria da Restauração da Atenção (Kaplan; Kaplan, 1990, em tradução livre) argumenta que a natureza restaura a capacidade atencional, esgotada por demandas cognitivas intensas das cidades. A Teoria da Perspectiva-Refúgio (Dosen; Ostwald, 2013, em tradução livre) enfatiza a necessidade evolutiva de locais com boa visibilidade e sensação de abrigo para promover relaxamento e segurança percebida. A Hipótese da Biofilia (Kellert; Wilson, 1993, em tradução livre) sugere que a resposta positiva a ambientes naturais possui fundamento evolutivo, enraizado na adaptação humana a

ambientes naturais ao longo de milhões de anos. A Teoria da Sintaxe Espacial (Hillier; Hanson, 1984, em tradução livre) demonstra que a configuração geométrica das ruas — malha conectada versus setorizada, visibilidade versus recinto — influencia padrões de movimento, comportamento social e vitalidade urbana.

Essas abordagens convergem na constatação de que o Design Urbano não é moralmente neutro: ambientes bem concebidos promovem saúde mental, engajamento comunitário e sustentabilidade comportamental, enquanto ambientes de baixa qualidade associam-se a maior prevalência de ansiedade, depressão e isolamento social (Buttazzoni; Doherty; Minaker, 2022). Essa convergência teórica não prescreve relações determinísticas entre design e emoção. Embora evidências neurocientíficas demonstrem mecanismos pelos quais ambientes afetam estados psicológicos, a experiência vivida é mediada por fatores socioculturais, históricos e individuais. O neurourbanismo, portanto, oferece ferramentas para compreensão, não para predeterminação. A Hélice Quíntupla reconhece essa complexidade ao integrar o eixo sociedade-cultura como produtor de significado que transcende mecanismos puramente biológicos.

A experiência urbana envolve processamento simultâneo de informações em níveis conscientes e inconscientes. As avaliações afetivas conscientes capturam percepções e sentimentos que indivíduos podem relatar verbalmente — satisfação e segurança, conforto sensorial, beleza estética — através de autorrelato. Instrumentos psicométricos estabelecidos operacionalizam o Modelo Circumplexo de Afeto (Russell, 1980), que mapeia emoções em duas dimensões ortogonais: valência (agradável - desagradável) e ativação (baixa - alta). Este modelo representa consenso na literatura sobre estrutura dimensional das emoções e oferece framework padronizado para comparação entre estudos (Russell, 2003).

As avaliações afetivas inconscientes complementam essa perspectiva ao medir respostas fisiológicas involuntárias, mais resistentes a viés consciente e autorrelato enviesado. A pupilometria — monitoramento do diâmetro pupilar via rastreamento ocular — detecta ativação emocional de modo independente do relato consciente, com correlações estabelecidas com atividade do sistema nervoso autônomo (Bradley; Lang, 2015). A eletroencefalografia (EEG) registra padrões de atividade cortical associados a estados emocionais: a assimetria cortical pré-frontal — diferença entre atividade nos hemisférios esquerdo e direito — prediz tendências comportamentais de *approach* (aproximação, afetos positivos) ou *avoidance* (evitação, afetos negativos) (Harmon-Jones; Gable; Peterson, 2010). Estudos recentes reforçam que essa triangulação entre autorrelato, EEG e pupilometria contribui para a compreensão precisa e dinâmica dos estados afetivos em contextos urbanos (El Haj, 2024; Nakakoga *et al.*, 2020).

3. Arquitetura metodológica

O PUMAA opera em três fases sequenciais, cada uma dialogando diretamente com os cinco eixos da Hélice Quíntupla (Tabela 1):

Tabela 1: Resumo do PUMAA.

Fase	Descrição	Eixos Hélice Quintupla	Exemplos de indicadores
1. Análise do Problema	Mapeia contexto multidimensional	Político, Econômico, Ambiental	Acidentalidade, cobertura vegetal (%)
2. Análise do Afeto	Mensura respostas emocionais	Educacional, Sociocultural	HAAS score, diâmetro pupilar (mm)
3. Índice de Afeto	Agrega em índice sintético ponderado	Todos os 5 eixos	IA = escala numérica de 0-1

Fonte: Os autores (2026).

1. A **Análise do Problema** mapeia o contexto multidimensional da intervenção urbana, identificando atores institucionais, dados científicos prévios, características ambientais e padrões comportamentais. Essa análise estabelece a linha de base sobre a qual o protocolo avaliativo se estrutura, permitindo comparação pós-intervenção;
2. A **Análise do Afeto** captura a experiência emocional vivida pelos usuários através de múltiplos instrumentos, operando em momentos temporais distintos para permitir captar variações em condições ambientais heterogêneas. Esta fase integra dados psicométricos, neurofisiológicos e qualitativos, fundamentando-se em abordagem de métodos mistos (Creswell; Plano Clark, 2018);
3. O **Índice de Afeto** consolida dados multidimensionais em um índice sintético de eficiência que sintetiza a contribuição integrada dos cinco eixos para a sustentabilidade do projeto.

3.1 Fase 1: Análise do Problema

A Fase 1 tem como objetivo diagnosticar o espaço urbano onde já foram realizadas intervenções que incentivem a mobilidade ativa e aumentem a segurança de usuários vulneráveis. Para isso, começa-se pela identificação dos setores e representantes responsáveis pela mobilidade e trânsito nos governos locais, além de ONGs e especialistas da academia e/ou do mercado. Com esses atores, são feitas entrevistas semiestruturadas para entender como se dá o planejamento, a escolha dos locais de intervenção, os métodos de projeto e os indicadores usados para avaliar a qualidade da execução, selecionando, de forma compartilhada, os espaços urbanos a serem analisados.

Nos espaços definidos, é feita uma análise detalhada, baseada em referenciais como Gehl e Svarre (2018), GDCI (2022) e ABNT NBR 9050 (2015), contemplando:

- Aspectos dimensionais (área total intervencionada e área delimitada para análise);
- Aspectos projetuais (descrição das intervenções, quantidade, tipos, finalidade, detalhes de projeto);
- Condições de conforto, mobilidade, acessibilidade e segurança (calçadas, mobiliário, sombra, áreas verdes/azuis, travessias, ilhas de refúgio, pontos de transporte, rampas,

corrimãos, iluminação etc.);

- Aspectos ambientais (clima, temperatura, umidade, ruído, radiação UV, chuva, qualidade do ar);
- Aspectos comportamentais (perfil e quantidade de pedestres, forma de circulação e travessia, tempo médio de travessia);
- Finalidade de uso do espaço (residencial, comercial, industrial, lazer ou uso misto).

Além disso, são analisados documentos e dados secundários, como o Plano Diretor, legislações de mobilidade e uso do espaço público, estatísticas de segurança no trânsito e materiais produzidos sobre o tema, de forma a compreender a visão e as intenções do poder público para a cidade e para a área estudada. Ao final, elabora-se um relatório analítico que servirá de base para comparação e cruzamento com as análises das fases seguintes.

Nesta fase são coletados dados primários e secundários em documentos oficiais (relatórios municipais, legislações específicas), indicadores GIS (acidentalidade, fluxo pedestre), observação sistemática (checklist ambiental: vegetação, mobiliário urbano), entrevistas com atores-chave (gestores, técnicos), dentre outros. Algumas variáveis mensuradas incluem: cobertura vegetal (%), velocidade média veicular (km/h) e índice de poluição sonora (dB).

3.2 Fase 2: Análise do Afeto

A segunda fase centra-se no usuário, investigando como as intervenções de Trânsito Calmo o afetam por meio de avaliação afetiva consciente (autorrelato) e inconsciente (respostas neurofisiológicas), com coleta de dados demográficos e socioeconômicos. Seguindo o protocolo EMA (Shiffman; Stone; Hufford, 2008), a avaliação ocorre em múltiplos momentos, em diferentes dias e horários, para capturar variações temporais da experiência — sem variação espacial, pois o ambiente também é objeto de análise.

Inicialmente, estrutura-se o protocolo avaliativo PUMAA, definindo etapas, ferramentas e técnicas para o teste-piloto. Paralelamente, coletam-se dados ambientais momentâneos (clima, temperatura, umidade, pressão sonora) para comparação com as métricas da fase anterior. O usuário, convidado para participação *in loco*, fará uma caminhada no ambiente analisado.

Para a avaliação afetiva inconsciente, utilizam-se dispositivos portáteis e não intrusivos: o Tobii Pro Glasses 2, para rastreamento ocular e pupilometria, capturando dilatação pupilar como indicador de ativação; e o Muse S Athena, que mede a assimetria cortical para análise da valência. Ambos permitem mobilidade total do participante. O GPS Qstarz BT-Q1000XT registra trajeto e velocidade de deslocamento. Para mitigar interferências luminosas no ambiente externo, adotam-se filtros polarizados, sensor de luz integrado (Clouclip), correção dinâmica da linha de base pupilar e algoritmos de detecção de artefatos.

A avaliação afetiva consciente combina autorrelato via questionário próprio — baseado no protocolo EMA e no modelo valência-ativação do HAAS (Roca; Vázquez; Ondé, 2023) — com

perguntas demográficas, socioeconômicas, de bem-estar mental (contato com natureza, espaços azuis, avifauna) e físico (conforto térmico, acústico, visual). Ele será respondido antes da caminhada. Depois dela aplica-se entrevista semiestruturada sobre a experiência no ambiente (percepção de dificuldade, sentimentos, diferenças entre áreas reformadas/não reformadas, priorização pedestre vs. veículo). As entrevistas são analisadas qualitativamente no software QualCoder.

3.3 Fase 3: Índice de Afeto

A terceira fase tem como objetivo produzir um índice de afeto para o espaço analisado, oferecendo subsídios quantitativos e qualitativos ao poder público para promoção do bem-estar urbano. O índice proposto é fundamentado em cinco dimensões hierarquizadas, cada uma com peso específico, refletindo a sua contribuição teórica e empírica para a experiência afetiva urbana (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição dos pesos entre dimensões do índice.

Dimensão	Peso	Justificativa
Neurofisiológica (NF)	30%	Captura dados objetivos de resposta inconsciente via pupilometria e EEG; correlação direta com estados afetivos basais
Subjetiva Consciente (SC)	25%	Integra autorrelato psicométrico validado (HAAS) e percepção consciente; essencial para experiência reflexiva do pedestre
Ambiental (A)	20%	Mensura condições físicas momentâneas (temperatura, umidade, ruído) e qualidades espaciais (verde, azul, infraestrutura)
Comportamental (C)	15%	Registra padrões objetivos de uso: velocidade, interações espaciais, engajamento visual; evidencia apropriação real do espaço
Qualitativa Interpretativa (QI)	10%	Análise narrativa qualitativa; fornece contexto cultural e simbólico não capturado pelas medidas objetivas

Fonte: Os autores (2026).

A dimensão Neurofisiológica (30%) mensura resposta inconsciente via pupilometria e EEG, fornecendo validade objetiva e ecológica; a Subjetiva Consciente (25%) integra autorrelato psicométrico validado (HAAS) reconhecendo a essencialidade da experiência reflexiva do pedestre; Ambiental (20%) registra condições físicas momentâneas e qualidades espaciais (verde, azul, conforto térmico-acústico) que constituem a base material do afeto; Comportamental (15%) documenta padrões de movimento e engajamento visual como evidência de apropriação efetiva do espaço; Qualitativa Interpretativa (10%) oferece compreensão contextual profunda através de narrativas emergentes e significação cultural. Esta hierarquização reflete progressão de medidas objetivas-inconscientes para subjetivas-reflexivas, equilibrando rigor metodológico com holismo necessário ao planejamento urbano centrado no bem-estar.

- **Fórmula do Índice de Afeto (IA):**

$$IA = (0,30 \cdot NF) + (0,25 \cdot SC) + (0,20 \cdot A) + (0,15 \cdot C) + (0,10 \cdot QI)$$

A validade e robustez do índice serão asseguradas por três níveis de validação estatística:

1. **Consistência interna** (Alpha de Cronbach $\geq 0,70$): aplicado aos itens das escalas psicométricas de afeto (ex.: HAAS) e subíndices das dimensões. Mede se os itens de uma escala "concordam" entre si;
2. **Validação convergente** (correlação de Pearson $r \geq 0,60$): entre o Índice de Afeto total e escalas estabelecidas, como PANAS ou SAM. Mede se o novo índice "se move junto" com escalas já validadas;
3. **Análise de sensibilidade**: testando variações de $\pm 10\%$ nos pesos das dimensões da Tabela 2.

Adicionalmente, serão testados três modelos alternativos de agregação multicritério para validação cruzada: (1) pesos iguais; (2) Componentes Principais (PCA, para redução dimensional); (3) Fuzzy-AHP (Chang, 1996, para hierarquização fuzzy de critérios). As análises serão realizadas em R ou Python (pacotes psych e fuzzyAHP).

4. Teste-piloto (Fase 1)

A Fase 1 do protocolo foi realizada durante o período de fevereiro a dezembro de 2025. Definiu-se como Capital Humano os agentes do projeto de pesquisa: o Coordenador, seus Orientadores e Assistentes. As instituições representadas são (a) a Universidade Federal de Pernambuco — UFPE, por meio do Programa de Pós-Graduação em Design e do Núcleo de Design e Comunicação; e (b) a Universidade do Minho — UMinho (Portugal), por intermédio da Escola de Arquitetura, Arte e Design. Em comum acordo entre a equipe de investigação, realizou-se busca pelas instituições representativas dos Capitais de Conhecimento.

O segundo Capital definido no protocolo foi o governo local (Prefeitura do Recife), por intermédio da Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano — CTTU. Foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas: (a) em 27 de Fevereiro, com o Gerente de Mobilidade Humana (Oliveira, 2025); e (b) em 4 de Abril, com a Chefa da Divisão de Projetos Viários e a Gestora da Unidade de Projetos Geométricos (Freitas; Lucena, 2025).

O representante do Capital Econômico foi identificado conforme conversa anterior com os agentes do governo local. Realizou-se entrevista semiestruturada em 5 de Junho com a Gerente do Programa de Segurança no Trânsito da Global Designing Cities Initiative — GDCI (Rodrigues, 2025).

A partir da discussão do projeto do protocolo, foi definido entre os agentes envolvidos que o Capital Natural (local de pesquisa) seria a Rua da Palma, no bairro de Santo Antônio, no Recife, justificado pela presença de intervenção de Trânsito Calmo realizada previamente (2021), com dados disponíveis "antes/depois" da requalificação. O Capital Social foi definido pelos pedestres que utilizam o espaço urbano e que participam da coleta de dados. A Tabela 3 traz uma síntese dos Capitais definidos.

Tabela 3: Identificação dos Capitais e seus representantes.

Capital	Instituição / Local de intervenção	Setor/ Departamento	Ação de campo / Agentes
Político	Prefeitura do Recife	CTTU	- Videoconferência / Antônio Oliveira, Laryssa Freitas e Lais Lucena - Análise do projeto da intervenção da Rua da Palma / Equipe de pesquisa
Humano	UFPE UMinho	PPGDesign e NDC EAAD	- Reuniões entre a equipe / Equipe de pesquisa - Realização de entrevistas / Equipe de pesquisa
Econômico	GDCl	n/a	- Videoconferência / Beatriz Rodrigues
Natural	Bairro de Santo antônio	Rua da Palma	- Análise espacial: caminhadas técnicas; observações assistemáticas; registro fotográfico; medições do espaço; identificação dos mobiliários e das intervenções / Equipe de pesquisa
Social	Rua da Palma	Pedestres	- Medições comportamentais, ambientais e projetuais / Equipe de pesquisa - Diagnóstico consolidado (Relatório em elaboração) / Equipe de pesquisa

Fonte: Os autores (2026).

A Fase 1 cumpriu seu objetivo ao articular a definição do caso, a leitura do contexto e a coleta das primeiras evidências sobre a intervenção estudada. No caso da Rua da Palma, a escolha mostrou-se pertinente pela disponibilidade de dados de antes e depois, pela clareza das transformações espaciais e pela possibilidade de cruzar informações institucionais, projetuais e empíricas.

Os resultados preliminares indicam que a intervenção reequilibrou a distribuição do espaço viário, ampliando a área destinada aos pedestres e reduzindo a centralidade do automóvel — em conformidade com revisões recentes (Damsere-Derry *et al.*, 2019; Gonzalo-Orden *et al.*, 2018; Londoño; Lozano, 2023). As entrevistas também apontam que a avaliação de projetos desse tipo envolve não apenas métricas de fluxo e velocidade, mas também engajamento comunitário, mediação institucional e percepção de segurança e apropriação do espaço. A Fase 1 validou a Rua da Palma como caso piloto e reforçou a importância de analisar simultaneamente forma urbana, gestão pública e experiência cotidiana.

5. Conclusões

O Protocolo Urbano Momentâneo de Avaliação Afetiva (PUMAA) se apresenta como uma proposta metodológica inovadora por articular a Hélice Quíntupla e instrumentos de neurociência afetiva na avaliação de intervenções urbanas. Ao integrar dimensões políticas, econômicas, ambientais, socioculturais e experienciais, o protocolo oferece subsídios tanto para a gestão pública quanto para o projeto urbano e a pesquisa aplicada, permitindo justificar investimentos em mobilidade ativa não apenas por seus efeitos já mais consolidados sobre a segurança e a reorganização do espaço viário, mas também pela necessidade de avançar na

compreensão de seus impactos sobre o bem-estar emocional e psicobiológico das pessoas.

As conclusões preliminares indicam que a Fase 1 cumpriu seu papel de validação inicial, ao demonstrar que o protocolo pode ser construído de forma incremental e sustentável, com apoio de atores-chave, leitura espacial e uso de evidências já produzidas em intervenções anteriores. No caso da Rua da Palma, os dados sugerem que intervenções de Trânsito Calmo produzem ganhos mensuráveis na organização do espaço, na segurança e na percepção de conforto dos pedestres, reforçando a validação da dimensão da segurança como efeito esperado dessas transformações. Contudo, a dimensão do bem-estar ainda carece de validação específica, e é justamente para avançar nessa direção que o PUMAA se propõe a analisar, de modo mais integrado, a experiência vivida dos pedestres. Nesse sentido, o protocolo se afirma como uma ferramenta promissora para futuras avaliações urbanas centradas no bem-estar das pessoas.

Referências

ABNT. **ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. [S. l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Disponível em:

https://acessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA_NBR-9050.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

ADLI, Mazda *et al.* Neurourbanism: towards a new discipline. **The Lancet Psychiatry**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 183–185, 2017. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2215036616303716>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRADLEY, Margaret M.; LANG, Peter J. Memory, emotion, and pupil diameter: Repetition of natural scenes. **Psychophysiology**, [s. l.], v. 52, n. 9, p. 1186–1193, 2015. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/psyp.12442>. Acesso em: 15 set. 2025.

BRAY SHARPIN, Anna *et al.* **Guia para Áreas de Trânsito Calmo**. World Resources Institute, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/guia-para-areas-de-transito-calmo>. Acesso em: 8 dez. 2024.

BUTTAZZONI, Adrian; DOHERTY, Sean; MINAKER, Leia. How Do Urban Environments Affect Young People’s Mental Health? A Novel Conceptual Framework to Bridge Public Health, Planning, and Neurourbanism. **Public Health Reports**®, [s. l.], v. 137, n. 1, p. 48–61, 2022.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0033354920982088>. Acesso em: 23 set. 2025.

CARAYANNIS, Elias; BARTH, Thorsten; CAMPBELL, David. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 2, 2012. Disponível em: <http://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/2192-5372-1-2>. Acesso em: 8 out. 2024.

CARAYANNIS, Elias; CAMPBELL, David. “Mode 3” and “Quadruple Helix”: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management**, [s. l.], v. 46, n. 3/4, p. 201, 2009. Disponível em:

<http://www.inderscience.com/link.php?id=23374>. Acesso em: 14 dez. 2024.

CHANG, Da-Yong. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 95, n. 3, p. 649–655, 1996. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0377221795003002>. Acesso em: 29 set. 2025.

CRESWELL, John W.; PLANO CLARK, Vicki L. **Designing and conducting mixed methods research**. 3. ed. Los Angeles: SAGE, 2018.

DAMSERE-DERRY, James et al. Evaluation of the effectiveness of traffic calming measures on vehicle speeds and pedestrian injury severity in Ghana. **Traffic Injury Prevention**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 336–342, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15389588.2019.1581925>. Acesso em: 19 maio 2025.

DOSEN, Annemarie S.; OSTWALD, Michael J. Prospect and Refuge Theory: Constructing a Critical Definition for Architecture and Design. **The International Journal of Design in Society**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 9–24, 2013. Disponível em: <https://cgscholar.com/bookstore/works/prospect-and-refuge-theory>. Acesso em: 4 jul. 2025.

EL HAJ, Mohamad. Pupillometry as tool to assess cognitive and affective processing in aging. **Brain Disorders**, [s. l.], v. 14, p. 100129, 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666459324000143>. Acesso em: 15 set. 2025.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733399000554>. Acesso em: 14 dez. 2024.

FREITAS, Laryssa; LUCENA, Lais. **Entrevista com Laryssa Freitas e Lais Lucena - CTTU/PCR**. Depoimento [Entrevista concedida a] Felipe Gabriele. Recife, 2025.

GDCI. **Como avaliar transformações de ruas**. 1. ed. [S. l.]: Global Designing Cities Initiative, 2022. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/publication/how-to-evaluate-street-transformations-pt/>. Acesso em: 6 jun. 2025.

GEHL, Jan; SVARRE, Birgitte. **A vida na cidade: como estudar**. 1. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2018.

GONZALO-ORDEN, Hernán et al. Effects of traffic calming measures in different urban areas. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 33, p. 83–90, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352146518302345>. Acesso em: 19 maio 2025.

HARMON-JONES, Eddie; GABLE, Philip A.; PETERSON, Carly K. The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: A review and update. **Biological Psychology**, [s. l.], v. 84, n. 3, p. 451–462, 2010. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301051109001823>. Acesso em: 10 set. 2025.

HILLIER, Bill; HANSON, Julianne. **The Social Logic of Space**. 1. ed. [S. l.]: Cambridge University Press, 1984. Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9780511597237/type/book>. Acesso em: 4 jul. 2025.

KAPLAN, Rachel; KAPLAN, Stephen. Review of The Experience of Nature: A Psychological Perspective. **Contemporary Psychology: A Journal of Reviews**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 1098–1098, 1990. Disponível em: <http://access.portico.org/stable?au=phzkxtzjx>. Acesso em: 13 jun. 2025.

KELLERT, Stephen R.; WILSON, Edward O. (org.). **The Biophilia hypothesis**. Washington: Island Press, 1993. (A Shearwater book).

LEDERBOGEN, Florian *et al.* City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. **Nature**, [s. l.], v. 474, n. 7352, p. 498–501, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature10190>. Acesso em: 21 set. 2025.

LONDOÑO, Gloria; LOZANO, Angélica. Universal accessibility and multimodal calm traffic on secondary streets to reduce pedestrian and vehicle conflicts. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 71, p. 195–202, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352146523003563>. Acesso em: 19 maio 2025.

NAKAKOGA, Satoshi *et al.* Asymmetrical characteristics of emotional responses to pictures and sounds: Evidence from pupillometry. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. e0230775, 2020. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0230775>. Acesso em: 15 set. 2025.

OLIVEIRA, Antônio. **Entrevista com Antônio Oliveira - CTTU/PCR**. Depoimento [Entrevista concedida a] Felipe Gabriele. Recife, 2025.

ONU. **World Urbanization Prospects 2018: Highlights**. New York: United Nations, 2019. Disponível em: <https://objects.scraper.bibcitation.com/user-pdfs/2024-07-29/0c66608b-e468-4037-99e4-42b3ed84e649.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ROCA, Pablo; VÁZQUEZ, Carmelo; ONDÉ, Daniel. The Hedonic and Arousal Affect Scale (HAAS): A brief adjective checklist to assess affect states. **Personality and Individual Differences**, [s. l.], v. 207, p. 112151, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0191886923000740>. Acesso em: 12 jun. 2025.

RODRIGUES, Beatriz. **Entrevista com Beatriz Rodrigues - GDCI**. Depoimento [Entrevista concedida a] Felipe Gabriele. Recife, 2025.

RUSSELL, James A. A Circumplex Model of Affect. **Journal of Personality and Social Psychology**, [s. l.], v. 39, n. 6, p. 1161–1178, 1980.

RUSSELL, James A. Core affect and the psychological construction of emotion. **Psychological Review**, [s. l.], v. 110, n. 1, p. 145–172, 2003. Disponível em: <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.110.1.145>. Acesso em: 13 jun. 2025.

SHIFFMAN, Saul; STONE, Arthur; HUFFORD, Michael. Ecological Momentary Assessment. **Annual Review of Clinical Psychology**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1–32, 2008. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091415>. Acesso em: 14 dez. 2024.

SUDIMAC, Sonja; SALE, Vera; KÜHN, Simone. How nature nurtures: Amygdala activity

decreases as the result of a one-hour walk in nature. **Molecular Psychiatry**, [s. l.], v. 27, n. 11, p. 4446–4452, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41380-022-01720-6>. Acesso em: 21 set. 2025.

ULRICH, Roger S. *et al.* Stress recovery during exposure to natural and urban environments. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 201–230, 1991. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272494405801847>. Acesso em: 13 jun. 2025.