

Impactos na paisagem da orla de João Pessoa-PB: uma análise a partir de simulações digitais

Daniel Barcellos¹, Carolina Oukawa², Giulia de Assis¹

¹ UFPB, João Pessoa, Brasil
danielbrazbarcellos@gmail.com; gf.fernanda483@gmail.com@gmail.com
² UFPB, João Pessoa, Brasil
carolina.oukawa@academico.ufpb.br

Abstract. The research analyzes the impact of artificial beach nourishment in João Pessoa - PB, considering the increase in buildings and its environmental and social consequences. Urban beaches are particularly vulnerable to the growing effects of climate change. Artificial beach nourishment is proposed as a response to coastal erosion, but experts raise concerns about its high cost, ecosystem imbalance, destruction of fragile biomes, and impact on local communities. The research employs digital simulation (Scheer, 2014) through generative visual models as resources to analyze the beach nourishment project in Cabo Branco and Tambaú. Various visualization techniques and means are overlapped to simulate images linked to the real impacts of the proposed interventions. The study also explores the relationships between gray, green, and blue infrastructures and the effects on shading and ventilation caused by the buildings. The purpose is to understand the social, environmental, and urban dynamics' impacts on the city.

Keywords: Simulation, Beach nourishment, Coastal erosion

1 Introdução

Este artigo apresenta pontos conflitantes das políticas públicas para a costa de João Pessoa, em especial a intenção da atual gestão, de alargar a faixa de areia. O trabalho propõe o uso de simulações digitais como meio de analisar e evidenciar os impactos das transformações urbanas oriundas de um projeto nessa escala, assim como para visualizar potencialidades de intervenções heterotópicas na mesma área.

O ritmo de exploração de recursos e interferências antropogênicas sobre a biosfera já produzem impactos irreversíveis. Gorz aponta a ecologia como uma

ciênciа que tem entre suas abordagens a busca por determinar o limite de poluição ou exploração sustentável da ecosfera:

Diferentemente de sistemas industriais, o ecossistema natural possui uma capacidade autogeradora e autorreorganizadora que, devido às suas extremas diversidades e complexidade, lhe permite se autorregular e evoluir para uma complexidade e uma diversidade crescentes. Essa capacidade de autoregeneração e de autorreorganização é prejudicada por técnicas que tendem a racionalizar e dominar a natureza, a torná-la previsível e calculável (Gorz, 2010, pg. 27).

O impacto das mudanças climáticas na paisagem é visível na maior recorrência e gravidade de catástrofes naturais (IPCC, 2022). De acordo com o Relatório de Situação Global para Edifícios e Construção, em 2019, o setor da construção civil correspondeu a 10% das emissões totais de carbono, totalizando 38% se somado o consumo energético de edificações (UNPE, 2020). As zonas litorâneas, em particular as praias urbanas, destacam-se entre as áreas potencialmente mais afetadas. A subida do nível do mar e a erosão podem reduzir a extensão costeira pela metade até 2100 (Brooks, 2021). Uma das respostas a esse dado tem sido o alargamento artificial de faixas de areia. O exemplo mais significativo executado no Brasil é Balneário Camboriú - SC. Há um debate crescente sobre a eficácia e as consequências desse tipo de projeto.

A Prefeitura de João Pessoa - PB (PMJP) anunciou planos para ampliar as praias da cidade em outubro de 2021. No caso da capital paraibana, soma-se à argumentação anterior a necessidade de se conter as erosões da falésia, formações barreiras naturalmente sujeitas a processos erosivos e recuos em longo prazo (Maia et al, 2022). Segundo Sarmento (2020), obras já executadas, como o enrocamento ao redor da falésia do Cabo Branco e os quebra-mares, provocam alteração na dinâmica morfológica da costa, pelo aumento da erosão nas imediações. Destaca-se, ainda, a ausência do Estudo de Impacto Ambiental - EIA - e do seu respectivo Relatório - RIMA (CONAMA, 1986), fundamentais para obras que podem gerar degradação ecossistêmica (Lima, 2022).

O alargamento da faixa de areia é tido por alguns autores como um tipo de obra *mais eficaz, benigna e aceitável para a mitigação da erosão praial* (Capobianco et al, 2002; Dean & Dalrymple, 2004; Alfredini, 2005 apud Calloni, 2014). No entanto, embora seja materialmente executada com a movimentação de sedimentos arenosos próximos da costa, o impacto ambiental desse tipo de obra permite classificá-la como uma infraestrutura cinza (Benedict; Macmahon, 2002). Pesquisadores apontam que intervenções como essas podem gerar um desempenho contrário ao que se espera (Reiblich; Hartge; Sito, 2018).

A proposta do poder municipal desconsidera o uso de infraestruturas verdes e azuis, que privilegiam os processos de manutenção da ecosfera local. O aquecimento global tem causado uma perda acentuada dos biomas coralíferos oceânicos, presentes em formações próximas às costas tropicais e parte

fundamental da paisagem litorânea. Segundo Piva (2022a), os *impactos da (...) crise ecológica em escala planetária, somados aos danos produzidos localmente, resultam no adoecimento de 93% dos animais e branqueamento de 85% das colônias de corais no recife do Seixas* (bairro vizinho ao Cabo Branco). As formações de corais de João Pessoa sustentam várias espécies marinhas, atraindo milhares de turistas anualmente, servindo como cartão postal da cidade de João Pessoa (Schaefer, 2019). Um dos principais pontos negativos de uma intervenção de alargamento das praias é o soterramento dessas espécies de corais, devido à alteração na dinâmica dos sedimentos depositados na praia, provocando o desequilíbrio ecológico do local, perda de seu potencial paisagístico e consequentemente perda da microeconomia turística e da comunidade pesqueira local (Maia et al, 2022).

O Ministério Público Federal anunciou um inquérito civil com a intenção de apurar o processo de alargamento da orla da capital paraibana, segundo o Portal Correio (2023). Em Audição Pública, setores da sociedade civil representados por ONGs ambientais, pesquisadores acadêmicos e parlamentares, manifestaram a preocupação com a falta de transparência nos projetos executados e previstos para a orla da cidade (TV Assembleia PB, 2023), com destaque para a possibilidade de aberturas na lei orgânica e no plano diretor em prol da verticalização da orla.

2 Metodologia

Metodologicamente, este trabalho parte das premissas de Scheer (2014), que defende a atual primazia da simulação diante da representação, assim como o uso combinado de meios e técnicas de visualização para uma aproximação e análise do real. As informações do projeto de alargamento da orla dos bairros de Cabo Branco e Tambaú foram base para o desenvolvimento de ensaios visuais. Foto análises e fotomontagens, combinadas a ferramentas de inteligência artificial (IA) generativas, foram exploradas pelo potencial de gerar visualizações rápidas. Os recursos digitais permitem a associação de representações e simulações em grande velocidade, e têm modificado as dinâmicas de criação na prática de arquitetura e urbanismo. Foram gerados mapas, diagramas fotogramétricos e simulações em fotomontagem, em prol da percepção multissensorial em diversas escalas, dimensões e níveis de compreensão, procurando ilustrar os impactos sensoriais da intervenção pretendida sobre o litoral da cidade e, secundariamente, a viabilidade de soluções de baixo impacto ambiental.

A produção de simulações digitais buscou aproveitar as potencialidades de cada ferramenta utilizada, intensificando, em paralelo, o uso de critérios e vocabulário de análise de arquitetura e urbanismo (Oukawa, 2019). O desenvolvimento e a aplicação de critérios e de vocabulário analítico tornam-se imprescindíveis quanto mais avançam as interações com as ferramentas de geração de imagens por IA, na formulação de perguntas e leitura dos

resultados. Ademais, quanto mais se recorre a modelos de visualização hiper-realistas, mais se faz necessário garantir uma permanente consciência de que *as simulações, embora se confundam com a realidade, não são o real* (Scheer, 2014). Um risco de embotamento da percepção de fronteira entre o que é ou não real, especialmente no processo de produção de simulações por IA, seria o de interromper o necessário fluxo de formulação de perguntas diante das imagens geradas, comprometendo-se o avanço da investigação.

3 Resultados

Para a produção das simulações adotou-se o uso de duas ferramentas, Dall-e e Mid Journey, ambas baseadas no uso de imagens generativas por IA. A produção dos diagramas utilizou imagens de satélite, capturadas via Google Earth. Os diversos ângulos capturados foram processados na aplicação ReCap Photo, resultando em um modelo fotogramétrico, que serviu como base e parâmetro para as imagens geradas no Mid Journey. A Figura 1 busca sintetizar as interações realizadas no processo.

A imagem axonométrica do modelo de fotogrametria foi utilizada como parâmetro inicial. A partir dela gerou-se uma descrição de prompt /describe, no aplicativo Mid Journey. Uma opção de prompt foi escolhida como parâmetro, entre 4 apresentadas (google earth google satellite satellite image, in the style of en plein air beach scenes, cildo meireles, 32k uhd, vray, light pink and orange, subtle realism, streetscape --ar 3:2). A escolha foi baseada nas características da paisagem apresentada: uma praia urbana com prédios altos e uma larga faixa de areia, similar aos resultados de transformação da paisagem esperados com o projeto de alargamento.

Foi realizada uma fusão de 3 imagens com o comando /blend. As imagens fundidas foram: 1) imagem base do arquivo 3d axonométrico; 2) imagem gerada pela descrição no prompt do aplicativo; 3) imagem diagrama 3d simulando o aumento do gabarito dos prédios, feita a partir do modelo fotogramétrico simplificado. A partir do resultado foi estabelecida uma série de 6 variações, alternadas com 4 fusões (/blend) da imagem base, aproximando do resultado final.

A partir dos modelos renderizados, em conjunto com a IA, os resultados foram ajustados no aplicativo Photoshop com intenção de uma visualização lúdica, apresentando os debates relatados, em formato imagético de diorama.

O processo de transformação das imagens no Dall-e consistiu em explorar a principal mecânica do aplicativo alternando entre subtração (apagar parte da imagem onde se deseja aplicar a modificação), comandos de prompts simples e variações para melhorar os resultados. Para cada objeto ou transformação da cena essa etapa se repetiu sucessivamente, até gerar os resultados apresentados no seguimento deste artigo.



Figura 1. Síntese das etapas de produção das imagens do artigo Fonte: Recap Photo, Mid Journey, Dall-e Autores, 2023.

A seção superior da Figura 2 apresenta, em azul, o mapeamento de todas as edificações com mais de dois pavimentos e, em vermelho, das com dois pavimentos ou menos, nos bairros de Tambaú e Cabo Branco. As edificações com menor gabarito compõem a maioria das construções e, em caso de alteração das leis atuais com as mudanças de parâmetros regulatórios em ocasião de um alargamento, seriam incorporadas pelo mercado imobiliário. A intensificação da verticalização provocaria efeitos prejudiciais para a dinâmica de ventilação na cidade e descaracterizaria a paisagem nas praias, com sombreamento dos prédios chegando à areia e a perda da escala humana, como simulado na seção inferior da Figura 2.



Figura 2. Acima, mapa do gabarito das edificações nos bairros de Cabo Branco e Tambaú. Abaixo, simulação do aumento do gabarito no Cabo Branco (à direita, em contraponto à fotografia da situação atual, à esquerda), acompanhando o alargamento artificial da orla. Fonte: Midjourney, Dall-e, Fonte: Autores, 2023.

A Figura 3 apresenta, à esquerda, uma imagem de satélite da atual malha urbana de Tambaú e Cabo Branco; fotomontagens generativas, em conjunto com a ferramenta Dall-e, simulam uma projeção de 150 metros da faixa de areia. A extensão representa o comprimento de até duas quadras que, em alguns pontos é maior que a própria profundidade das quadras dos bairros.

Na Figura 4, são apresentados diagramas gerados por fotogrametria, pelo ReCap Photo. À esquerda, a partir do recorte de uma quadra no Cabo Branco (acima), é feita uma simulação do alargamento somado à verticalização das edificações (abaixo). À direita, com base em um recorte da falésia atual (acima), simula-se a construção de uma pista e avanço sobre os terraços de abrasão onde depositam-se diversas espécies (abaixo).

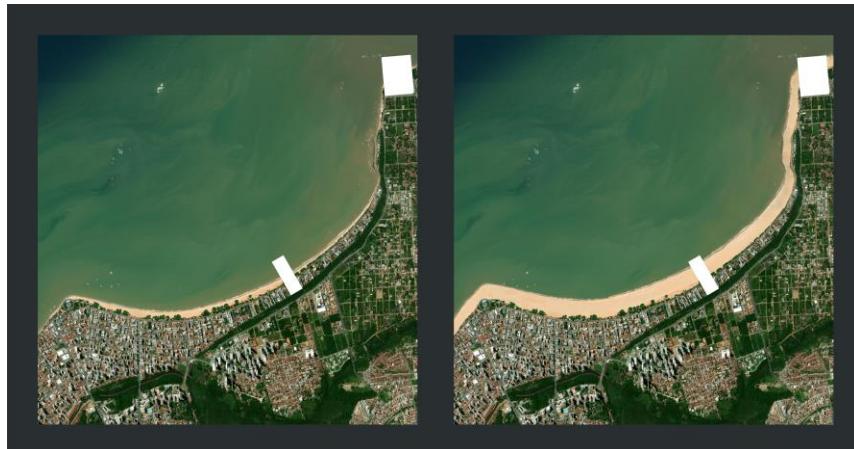


Figura 3. À esquerda, representação da situação atual da orla de Cabo Branco e Tambau. À direita, imagem generativa simulando o alargamento da orla de João Pessoa – PB

Fonte: Bing Aerial maps, Dall-e, Autor, 2023.



Figura 4. As imagens superiores representam a situação atual de trechos da orla do Cabo Branco. As Imagens generativas, abaixo, simulam o alargamento da orla de Cabo Branco João Pessoa - PB. Fonte: ReCap Photo, Autores, 2023.

A ação antropogênica tem desempenhado um papel significativo no desequilíbrio ecológico das relações interespécies no litoral nordestino. A expansão desordenada da infraestrutura portuária, industrial e habitacional em áreas costeiras levou ao desmatamento, à degradação dos recifes de coral e à poluição marinha. Além disso, o descarte inadequado de resíduos e o aumento do tráfego marítimo leva predadores a se aproximarem da costa em busca de alimento. Para mitigar esses problemas, medidas de conservação ambiental e ações sustentáveis são fundamentais, buscando equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação dos ecossistemas marinhos e a segurança das comunidades (Santos, 2022).

O tipo de obra proposto pela Prefeitura pode ocasionar problemas que modificam a salubridade do ambiente litorâneo, afetando os moradores locais e da cidade que fazem o uso recreativo da praia. É comum que após obras de alargamento os novos sedimentos adicionados à praia tragam mal cheiro, dificultem o acesso à água do mar pela formação de grandes degraus arenosos e bancos de areia, soterramentos dos corais, demonstrado na figura 5, acelerando a morte desses ecossistemas. Há, também, o risco de que se atraiam as espécies predadoras para mais próximo da margem, à procura de presas antes encontradas para além da linha dos corais, oferecendo riscos aos banhistas (De Schipper; Ludka; et al, 2021).

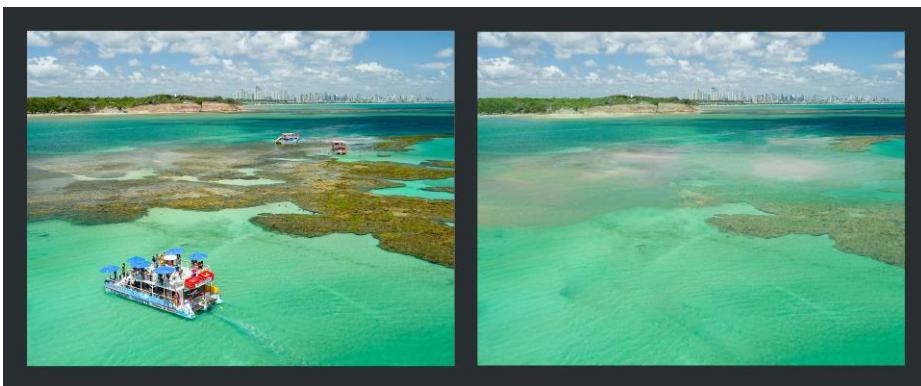


Figura 5. À esquerda, fotografia da situação atual das piscinas naturais do seixas. À direita Imagens generativas simulando a deposição de areia sobre os biomas coralíferos locais no Seixas, João Pessoa- PB. Fonte: Dall-e, Autores, 2023.

4 Discussão

O patrimônio paisagístico deve ser entendido como um recurso limitado, que pode se esgotar ou deteriorar-se com o comprometimento dos sistemas ambientais que abastecem e atribuem qualidade ao espaço. Estudos demonstram intenções de aplicações mais ecossustentáveis sobre a orla de João Pessoa. Schaefer (2022) classifica a falésia do Cabo Branco como um geossímbolo internacional com grande potencial turístico, no entanto, destaca o processo acelerado de solapamento da falésia, que é intensificado pela ocupação humana. Alguns recursos importantes que podem ajudar na desaceleração da erosão no local são a preservação do terraço abrasivo aos pés da falésia e a retirada da ocupação nociva no topo da falésia com infraestruturas cinzas como o asfalto impermeabilizante e as construções pesadas.

A Figura 6 simula, na faixa superior, a proposta de um novo desenho urbano para o local, com a realocação do Farol — patrimônio exposto ao risco de queda —, retirada do asfaltamento, da impermeabilização do solo e das estruturas cinzas pesadas próximas à falésia, por fim reflorestamento aliado e infraestruturas que forneçam suporte atrativo à visitação turística, como uma passarela e um mirante leves, formalizando a demarcação de um geoparque. Destaca-se possibilidade de integração de uma rede de medidas de infraestrutura verdes e azuis que preservem a região litorânea da cidade: ações para controle da poluição fluvial despejada no mar, preservação e reflorestamento das vegetações de restinga e manguezais e ações de restauração das espécies coralíferas presentes, como exemplo a própria despoluição e a regeneração de corais perdidos (Boström-Einarsson et al, 2020), posicionado na faixa inferior da Figura 6, como um projeto de berçário de corais (Piva, 2022b). Segundo Massei (2019), a interação com as diversas espécies que permeiam os corais do seixas atribui elevado saber à comunidade local da Penha, para além das atividades da atividade pesqueira, é possível que a comunidade atue em atividades de um turismo de base local que oriente a prática recreativa na área, sabendo os melhores horários e condições das visitas, locais adequados para ancoragem, e também a interação com as espécies marinhas (Piva, 2022b).

As projeções de aumento dos níveis oceânicos e perda das áreas costeiras por erosão (Brooks, 2021) demonstram a necessidade da revisão de políticas de ocupação do litoral. Recuar as infraestruturas cinzas próximas ao mar garante a redução dos danos e a alteração da dinâmica geomorfológica costeira. A pedestranização de vias automobilísticas na orla e a desaceleração do crescimento dos bairros litorâneos é a melhor forma de evitar problemas urbanos futuros e impactos orçamentários maiores.



Figura 6. Imagens generativas simulando situações heterotópicas: um projeto para desaceleração da erosão na Falésia do Cabo Branco e projeto para regeneração dos ecossistemas coralíferos no Seixas. Fonte: Midjourney, Dall-e, Autores, 2023, adaptado de Piva, 2022b.

O Plano Diretor Participativo de João Pessoa é um instrumento central que visa a garantia do cumprimento da função social da cidade, a partir da gestão urbana integrada. O debate com a sociedade, pesquisadores e especialistas, busca soluções conjuntas para se administrar os recursos ambientais, sociais e paisagísticos envolvidos na questão da orla, orientados a não produzir impactos irreversíveis. Como destaca Oliveira:

O desenvolvimento sustentável deve ser visto da maneira mais ampla possível, crescimento econômico com igualdade e justiça social, sem comprometer de forma irrecuperável os recursos naturais e, assim garantir a qualidade de vida para as gerações futuras. A ideia é que as atividades humanas não exerçam sobre o meio ambiente grande pressão que esgotam seus recursos hídricos, da fauna e da flora. [...] Essa necessidade se configura em um momento em que o balanceamento entre o meio ambiente equilibrado e o desenvolvimento econômico entra em conflito (Oliveira, 2018, pg. 55).

O projeto de alargamento das praias de João Pessoa, se implementado, trará consequências significativas e complexas, tanto ambientais quanto sociais. Faz-se necessário um debate profundo entre especialistas, poder

público e população. Tornar visíveis as consequências das intervenções apontadas nos estudos e debates, como permitido pelas simulações digitais, assim como possibilidades heterotópicas de intervenção, pode ser um meio de evidenciar os fatores envolvidos. A futura divulgação dessas imagens tem potencial de angariar um maior número de participantes ao debate.

Referências

- Benedict, M. A., & Macmahon, E. T. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal* - Volume 20.
- Boström-Einarsson, L. et al. (2020). Coral restoration – A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. *Plos one*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631>.
- Brooks, S. Disappearing beaches. (2020). *Nat. Clim. Chang.* 10, 188–190. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0656-9>.
- Calloni, B. (2014). Impactos da obra de alimentação artificial em uma praia de enseada.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. (1986). Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.
- De Schipper, M. A., & Ludka, B. C., & Raubenheimer, B. et al. (2021). Beach nourishment has complex implications for the future of sandy shores. *Nat Rev Earth Environ* 2, 70–84. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00109-9>
- Gorz, A. (2010). Ecológica. Annablume.
- IPCC. (2022). Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability.
- Lima, W., & Bronzeado V. & Jurema Filho, A. (2022). Orla de João Pessoa. (Programa de rádio ou TV/Entrevista).
- Maia, R. P., Monteiro, C., Barros, F. L., Santana, G. F., Miranda, G., Vital, S. R. O. (2022). Erosão na falésia do Cabo Branco: tem solução? (Programa de rádio ou TV/Mesa redonda).
- Massei, K. (2019). A Biogeografia Marinha E O Saber Local Do Recife Do Seixas (João Pessoa/Pb) Para Aplicação De Práticas Ambientais.
- Oliveira, H. P. (2018). O projeto do pólo turístico Cabo Branco e os impactos para o parque estadual das trilhas.
- Oukawa, C.S. (2019). Análise arquitetônica e o fio do sentido: apontamentos para uma prática pedagógica [Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://doi.org/10.11606/T.16.2019.tde-23102019-151633>
- Piva, A. (2022a). Regenancença. Acesso 27 de julho, 2023, de <https://regenascenca.github.io/>.

- Piva, A. (2022b). Infraestruturas multiespécies: duas investigações especulativas para o pós-Antropoceno.
- PMJP. (2023). Diário Oficial Prefeitura Municipal De João Pessoa, nº 0262.
- Portal Correio. (2023). Ideia de engorda das praias de João Pessoa vira alvo de inquérito do MPF.
- Reiblich, J., & Hartge, E., & Sito, C. (2018). Policy Brief Coastal Adaptation. Stanford Center for Oceans Solutions. University of Stanford. Acesso 20 de julho, 2023, de <https://oceansolutions.stanford.edu/research/completed-projects/coastal-adaptation/policy-briefs>.
- Santos, C. M. Encontros radicais na igrejinha. (2022). Relações Interespecíficas entre humanos e tubarões na praia de Piedade em Pernambuco – Brasil. Universidade Federal de Pernambuco.
- Sarmento, F. J. (2020) Afinal, o que está acontecendo na praia do Cabo Branco? Acesso 24 de julho, 2023, de <https://www.franciscojacomesarmento.com>.
- Schaefer, L. (2019). Mapamento Do Geopatrimônio E Do Patrimônio Cultural Da Região De João Pessoa (Pb) Para Fins De Geoturismo Urbano E Costeiro. DOI:10.13140/RG.2.2.17000.42246
- Schaefer, L. (2022). Avaliação qualitativa e quantitativa de locais de interesse geoturístico no litoral de João Pessoa, Paraíba. DOI: 10.12957/geouerj.2022.55639
- Scheer, D. R. (2014). The death of drawing: architecture in the age of simulation. Routledge.
- UNPE. (2020). Relatório de Situação Global para Edifícios e Construção.