

Interseções

REVISTA DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES

ISSN 2317-1456 / v. 27. n. 1 / 2025 / <https://www.e-publicacoes.uerj.br/intersecoes>

Erosão por design: repensando inovação, defesa costeira e credibilidade na Guiana¹

DOI10.12957/irei.2025.96080:

Sarah E. Vaughn²

Resumo

Este ensaio explora a intersecção entre demandas sociomateriais e éticas que engenheiros enfrentam ao adaptar defesas costeiras às mudanças climáticas na Guiana. O enfoque está nas tensões na adaptação climática que possibilitam a teorização da inovação como um tema central das contramodernidades no Antropoceno. Com base em trabalho de campo etnográfico, histórias orais e pesquisa arquivística, mostro que a tomada de decisão dos engenheiros sobre inovar ou não nas defesas costeiras é algo complexo, atrelado a processos de erosão e à ins/estabilidade ontológica de infraestruturas específicas conhecidas como espigões. Para lidar com isso, os engenheiros produzem o que chamo de “narrativas de inovação” para descrever como os obstáculos à adaptação climática são criados por combinações de impérios neocoloniais, ecologias mutáveis, programas de manutenção inconsistentes e endividamento fiscal. Ao mesmo tempo, seus esforços indicam uma emergente política global de credibilidade, reforçada pelo desejo de formas de governança mais inclusivas, em vez de pelo poder bruto ou pela capitalização.

Palavras-chave

inovação; tempo histórico; adaptação climática; economias do conhecimento; culturas de engenharia; Guiana; erosão do solo.

Erosion by Design: Rethinking Innovation, Coastal Defense and Credibility in Guyana

Abstract

This essay explores the intersecting socio-material and ethical demands that engineers face in adapting sea defenses to climate change in Guyana. It focuses on the tensions in climate adaptation that create the possibilities for theorizing innovation as a key topic of counter-modernities in the Anthropocene. Drawing on ethnographic field work, oral stories and archival research, I show that the engineers' decision-making regarding whether or not to innovate sea defenses is very complex, tied to processes of erosion and the ontological (in)stability of specific infrastructures known as groynes. To deal with this, engineers create what

¹ Publicado originalmente em *Comparative Studies in Society and History*, 64(4), 2022: 849–877.

Agradecimentos: Este ensaio não teria sido possível sem a paciência, o apoio e o interesse dos informantes e colegas com os quais trabalhei ao longo dos anos na Guiana.

² Antropologia, Universidade da Califórnia, Berkeley, CA, EUA.

I call “innovation narratives” to describe how obstacles to climate adaptation are generated by combinations of neocolonial empire, shapeshifting ecologies, inconsistent maintenance programs and fiscal debt. At the same time, their efforts signal an emerging global politics of credibility that is reinforced by a desire for more inclusive forms of governance rather than brute power or capitalization.

Keywords

innovation; historical time; climate adaptation; knowledge economies; engineering cultures; Guyana; soil erosion

Em um fim tarde, eu estava com engenheiros contratados pelo Estado a cerca de quarenta minutos de Georgetown, capital da Guiana, que está situada na costa atlântica nordeste do país. Era maré baixa e eles haviam feito uma pausa na inspeção de um trecho restaurado do muro costeiro. Eu os ouvi trocar observações enquanto ondas suaves cobriam e recuavam sobre a ponta de nossos sapatos. Como um relógio mecânico, o mar recolhia e devolvia toda a sua energia, como se nos provocasse. Nossas pegadas desapareciam a cada onda, lembrando-nos de que não estávamos apenas sobre o mar, mas sob seu alcance. Eles comentaram que os blocos de pedra que haviam instalado algumas semanas antes para reforçar o muro agora estavam se assentando em suas frestas.

Tudo parecia bem naquele dia, apesar da bruma e da umidade sufocante que tornavam aquele trecho relativamente aberto da praia cansativo de observar. Eu estava intimidada por aquilo que meus olhos captavam no horizonte. Elevando-se em direção ao céu, havia uma estrutura alta, semelhante a uma catedral, que mesmo na maré baixa parecia flutuar sobre o mar. Parecia um antigo portal para um mundo aquático, uma espécie de bússola gigante que poderia ajudar as pessoas a encontrar seu caminho de volta à costa. Não era nem farol nem boia, mas uma comporta desativada que, segundo os engenheiros, poderia ter sido projetada na época colonial holandesa ou britânica.

Tratava-se de uma evidência de que a linha costeira havia se deslocado várias vezes ao longo da história do país. Os engenheiros me explicaram que a fundação em ruínas ao seu redor poderia ser o que restava de um espigão (*groynes*)³. Paredes de concreto ou madeira construídas perpendicularmente à linha costeira, os espigões têm o objetivo de reduzir a energia das ondas e reter sedimentos. Espalhados pelos 268 milhas de extensão da costa da Guiana, os espigões respondem a um ciclo complexo de acreção e erosão que dá ao país suas características “águas turvas e lamacentas” (ver Figura 1). Esse ciclo é sustentado pelos rios Orinoco e Amazonas, os quais, durante a estação chuvosa, se enchem de grandes quantidades de sedimento, podendo se transformar em bancos de lama com quilômetros de extensão. A cada trinta anos, esses bancos de lama

³ Nota do tradutor: A tradução de *groynes* aqui utilizada vem a partir da área da engenharia costeira e da geografia física, por ser um termo técnico. Em outros contextos, utiliza-se muralha transversal ou quebramar transversal.

descem o rio e migram do sudeste para o noroeste ao longo da costa, amortecendo as ondas e oferecendo habitats para manguezais e outras formas de vida marinha (Augustinus, 1978). As áreas entre os bancos de lama são propensas à erosão severa, o que pode causar o desenraizamento dos manguezais. Com o tempo, o lodo dos rios contrabalança essa dinâmica ao contribuir para a formação de praias arenosas, e o ciclo eventualmente se repete.

Figura 1. Espigão na maré baixa. 2014.



Fonte: Foto tirada pela autora.

Em décadas recentes, os engenheiros têm se dedicado a analisar os movimentos dos bancos de lama, pois tempestades relacionadas às mudanças climáticas se tornaram mais frequentes e destrutivas (van Ledden *et al.*, 2009). A reforma dos muros costeiros, como estava em discussão na vinheta que apresentei, ajuda os engenheiros a classificar áreas do litoral altamente erosivas devido aos bancos de lama. Nesses pontos críticos, os engenheiros realizam estudos de campo sobre as interações entre espigões abandonados e ativos, que, por sua vez, orientam suas decisões sobre melhorias para fins de adaptação climática. Nos termos mais básicos da política, a adaptação climática tem envolvido governos combatendo impactos reais ou esperados das mudanças climáticas. Incorporada às agendas de política climática relacionadas às Nações Unidas no final dos anos 1990, a adaptação climática é tratada como uma alternativa às medidas que os Estados-nação tomam para reduzir as emissões de carbono (Pelling, 2011).⁴ No âmbito desse campo emergente de governança climática global, a inovação, ou a melhora no funcionamento da defesa costeira, exige mais do que a atenção dos engenheiros à resiliência estrutural das infraestruturas. Também demanda disposição para pensar e agir de maneira que não busquem imitar arranjos passados de capital intensivo e defesa costeira extrativista.⁵

⁴ Ver Schipper (2006) para uma breve história da adaptação climática como termo e estratégia e seu lugar no protocolo governamental da ONU.

⁵ Destaco a inovação na tentativa de ampliar as discussões sobre mudanças climáticas e adaptação que tendem a se concentrar de forma estreita no quadro discursivo-ideológico da resiliência (cf. Grove, 2018). De muitas maneiras, este último tem circulado como uma análise que amplia as discussões sobre as formas

Ao experimentar materiais macios e maleáveis, em vez de concreto para a construção de espigões, os engenheiros aceitam a premissa de que os limites da linha costeira da Guiana são mais fluidos do que estáticos. Com esses materiais, eles projetam com a erosão, ao invés de contra ela. Tais esforços estão relacionados a práticas de engenharia em todo o mundo que utilizam as próprias naturezas como infraestrutura (Carse, 2014). Mas a adaptação climática também envolve o aprendizado, por parte dos engenheiros, de que suas inovações de *design* são mediadas por diferentes formas de erosão⁶. Considero útil, portanto, situar a adaptação climática em uma compreensão mais ampla das escalas temporais de inovação mais-que-humanas (Verbeek, 2005). A erosão é um lembrete constante de que sempre houve limites para a defesa costeira. Ainda assim, os engenheiros possuem um vocabulário conceitual incompleto para descrever as mediações complexas entre erosão e espigões. A capacidade da erosão de assumir diferentes intensidades molda a forma como os engenheiros mobilizam respostas a ela. Observando a linha costeira em busca de pistas sobre como seguir adiante, tratam a adaptação climática dos espigões como mais um esforço dentro de uma longa história de conversão da água em terra.

Este ensaio explora as demandas sociomateriais e éticas entrelaçadas que os engenheiros enfrentam ao adaptar a defesa costeira às mudanças climáticas na Guiana. Ele se baseia em um corpo diverso de pesquisas nas ciências sociais que amplia debates no campo da história ambiental sobre a conquista e a capitalização das paisagens costeiras, de modo a considerar a erosão como um princípio ativo da história humana (ver, por exemplo, McLean, 2011; King, 2019). A nova abordagem materialista que adoto neste ensaio busca descentralizar as histórias sociais da agência, para enfatizar os efeitos globais e planetários da história profunda sobre as formas de vida (ver como exemplo Chakrabarty, 2021). Da China imperial (Worster 2011), passando pela Nigéria urbana pós-colonial (Mendelsohn, 2018), até a Nova York pós-Furacão Sandy (Koslov, 2016), a erosão tem estado entrelaçada com estratégias de e para a modernização. Menos reconhecido é o fato de que a erosão problematiza as divisões modernistas entre natureza e cultura. Esse é especialmente o caso das ciências da engenharia hidráulica, que estão fundamentalmente preocupadas com a “produção de lugar” incitada pela erosão⁷. Ao engajar-se com as análises sociais da defesa marítima, este ensaio oferece a inovação como um quadro conceitual para acompanhar as estratégias de produção de

de biopoder e práticas biopolíticas que diferenciam as mudanças climáticas de outros problemas de risco contemporâneos. Menos notado é o fato de que a adaptação climática não se materializa apenas em torno de preocupações com o risco ou, nesse caso, com questões sobre a gestão da vida humana. Ver Godin (2015) para uma discussão sobre inovação como termo em diferentes contextos sócio-históricos de tecnologia, ciência e engenharia.

⁶ Nota dos revisores: optou-se por manter o termo *design* na maior parte das ocorrências, traduzindo-o pelo sinônimo *projeto* quando o contexto parecia mais adequado.

⁷ A maioria dos engenheiros na Guiana que trabalha com defesa costeira possui formação em engenharia civil, hidráulica ou geotécnica. Ao longo deste ensaio, foco em atividades amplamente compreendidas como fundamentais para as ciências da engenharia hidráulica.

lugar dos engenheiros, juntamente com sua apreciação pela materialidade da erosão ao longo do tempo e do desenho infraestrutural.

Com base em trabalho de campo etnográfico realizado em 2009–2010, 2014 e 2019, bem como em histórias orais e pesquisa de arquivo, demonstro que a tomada de decisão sobre se deve ou não inovar em novos projetos de espigões constitui um processo conturbado. Para lidar com isso, os engenheiros produzem o que chamo de *narrativas de inovação* para descrever como a combinação de império neocolonial, ecologias mutantes, programas de manutenção inconsistentes e dívida fiscal cria obstáculos à adaptação climática. Alguns engenheiros, por exemplo, falam da adaptação climática como um exercício de paciência; eles aprendem a informar respeitosamente os consultores estrangeiros sobre o contexto local da engenharia sem serem condescendentes, enquanto outros enfatizam que o cerne do que fazem é determinado pelo que chamam de “a conta bancária do ministério”. Seus dilemas nos lembram que questões de credibilidade assombram até mesmo os espaços mais elitizados da adaptação climática.

No que segue, primeiro delinco os desdobramentos mais amplos de teorizar a inovação em relação à manutenção das infraestruturas, para enfatizar as temporalidades que informam a economia política das ciências da engenharia hidráulica. Em seguida, vinculo o impulso pela adaptação climática na Guiana aos esforços do governo nacional, em 2010, para estabelecer a Estratégia de Desenvolvimento de Baixo Carbono (*Low Carbon Development Strategy* – LCDS, na sigla em inglês). Até agora, no entanto, a defesa costeira recebeu poucos fundos da LCDS em comparação com as indústrias de “desenvolvimento” da Guiana, como a exploração madeireira sustentável e a mineração. Sugiro que essa marginalização é um efeito parcial de uma estratégia de defesa costeira da era colonial chamada “manter a linha” (*holding the line*), que os engenheiros agora reconhecem ter se tornado ecologicamente prejudicial com o tempo. As duas últimas seções do artigo exploram as tentativas dos engenheiros de reimaginar essa estratégia ao inovar o *design* dos espigões. Suas narrativas de inovação detalham como tanto os espigões ativos quanto os abandonados alteram padrões de erosão. Esses conhecimentos informam os esforços dos engenheiros para se manterem relevantes para a LCDS, expandindo seu estudo científico da erosão para incluir os manguezais. Em minhas observações finais, reflito sobre por que as narrativas de inovação têm a capacidade de circular para além das preocupações técnicas dos engenheiros com o *design* e informar suas preocupações com a construção de uma chamada face pública de credibilidade. Tais preocupações são mais visíveis no apego persistente, embora ambivalente, dos engenheiros a uma visão nacionalista de defesa costeira, enquanto buscam implementar uma governança climática mais inclusiva.

As sobrevidas da inovação

Este ensaio mobiliza debates das ciências sociais sobre manutenção infraestrutural por meio de uma análise de como as reivindicações de inovação dos engenheiros

reconfiguram o imaginário da defesa costeira (Bijker, 2007). Com foco na inovação, detalho atividades de *design* investidas em um pensamento aspiracional sobre como infraestruturas adaptadas às mudanças climáticas têm o potencial de tornar pessoas e lugares melhores (Appadurai, 2013; Hetherington, 2019). Ao mesmo tempo, dou ênfase à dinâmica, frequentemente cautelosa, mas escalonada, com as quais as ciências da engenharia hidráulica são integradas a quadros mais amplos de governança para mudança e adaptação climáticas.

Grande parte do território da Guiana é habitável apenas graças à manutenção contínua de uma complexa rede de infraestruturas hidráulicas que mantêm o mar e os rios sob controle. A Guiana tem uma superfície territorial de cerca de 83.000 milhas quadradas e uma população de aproximadamente 777.000 habitantes. Entre 85–90% da população vive em sua região costeira atlântica de baixa altitude. Trechos da costa estão entre 50 cm e 1 m abaixo do nível do mar, com 25% protegidos por muros costeiros, 60% por manguezais e 15% por bancos de areia ou de lama (Lees; Wernerus; Simpson, 2009). O trabalho escravizado de africanos a partir do século XVII, seguido depois por trabalhadores contratados da Índia, Portugal e China, escavou a rede inicial de canais e grandes diques de terra, que até hoje ainda são controlados tanto pela gravidade quanto por drenagem bombeada. Os muros também possuem comportas que permitem o escoamento de águas inundadas de chuvas torrenciais e de ondas que ultrapassam as barreiras marítimas. Apesar desses esquemas, os depósitos persistentes de lodo dos rios e a erosão das terras tornam as inundações marinhas uma ameaça constante. O planejamento estatal ambicioso no gerenciamento da zona costeira forneceu uma justificativa para políticas que vão desde habitação até estradas, comércio, energia e proteção da vida selvagem.

Tome-se como exemplo o fato de que, com a independência do domínio britânico, em 1966, o governo nacional disponibilizou milhões em ajuda externa para a construção de muros costeiros. Essa ênfase refletia a crença de que a nacionalização da produção açucareira, combinada a pequenas cooperativas agrícolas, compensaria os gastos estatais com irrigação e drenagem. Mas, na prática, durante o período socialista (entre cerca de 1974–1985), poucas melhorias em canais e diques foram realizadas. Os agricultores foram deixados a cargo de desenvolver, por conta própria, medidas de prevenção contra enchentes. Enquanto isso, o Ministério de Obras Públicas aprovava legislações para a construção de muros costeiros em terras conhecidas como “foreshore”,⁸ situadas na linha direta da costa, adjacentes às defesas marítimas e florestas de manguezais. Mas a ajuda externa para muros rapidamente se esgotou quando o governo aprofundou suas relações exteriores com países comunistas, incluindo a Coreia do Norte e a vizinha Cuba. Com a dívida nacional explodindo para US\$ 364 milhões em 1980, muitos guianenses experimentaram essas políticas orientadas pelo socialismo como fracassos (Thomas,

⁸ O termo *foreshore* é usado na geografia e na engenharia costeiras, trata-se de uma faixa de praia entre a maré e a maré baixa ou refere-se a uma área frontal da praia exposta à ação direta das ondas. O termo em português mais próximo seria antepraia ou zona entremarés. **Nota do tradutor.**

1984). Além disso, aqueles que tiveram pouco sucesso em investir em terras estatais e cooperativas habitacionais geralmente não tiveram outra opção a não ser se reassentar no *foreshore*. A migração contribuiu para o aumento de ocupações irregulares, pesca de subsistência, aceleração da erosão e desmatamento dos manguezais para obter combustível.

A combinação da ruína ambiental e com a dificuldade econômica deteriorou-se em uma situação que Mark Pelling (1999) descreveu como uma “ecologia política dos riscos de inundações”. Embora estudiosos tenham começado a detalhar suas lógicas raciais e ideológicas (por exemplo, Vaughn, 2022), menos foi dito sobre como uma ecologia política dos riscos de inundações moldou o comprometimento dos engenheiros com várias infraestruturas. Considere-se que as atividades diárias dos engenheiros enfatizavam, principalmente, a elaboração de medidas de manutenção para evitar rupturas dos diques ao longo dos oito “distritos” de defesa costeira do país. A conclusão dessas era custosa, especialmente quando o país embarcou em uma transição do socialismo para a liberalização de mercado em 1985. No início da década de 1990, o Ministério das Obras Públicas tentou compensar os custos com uma concessão conjunta de US\$ 100 milhões, financiada pelo Estado e por doadores estrangeiros, para reabilitar os diques (Governo da Guiana, 1996), mas essa parceria criou mais problemas do que soluções. Os programas de ajuste estrutural da época reduziram os recursos para a contratação de funcionários públicos (Pelling, 1999). Com falta de pessoal, o ministério foi forçado a limitar o número de reformas que poderia realizar para cumprir os prazos dos projetos. Muitos projetos ficaram parados ou nunca foram concluídos, deixando esqueletos parciais de muros costeiros como ícones culturais da manutenção no início do período pós-socialista da Guiana.

Com o tempo, essa abordagem fragmentada da manutenção expôs as vulnerabilidades das defesas costeiras do país. O episódio mais revelador ocorreu em 2005, quando a Guiana sofreu uma inundação desastrosa por aquilo que se acreditou ser uma tempestade relacionada ao sistema climático. Mais de 1,5 m de chuva afetou dois terços da população do país. Avaliações de engenharia feitas após o desastre revelaram que o sistema de diques, canais e drenagem não resistiria a futuras tempestades, a menos que passasse por uma reformulação abrangente de *design* (Kirby; Messen; Ogink, 2006). Do mesmo modo, o evento levantou preocupações de que enchentes extremas vindas do Oceano Atlântico poderiam comprometer os muros costeiros no futuro, caso os engenheiros não conseguissem compreender melhor como a elevação do nível do mar afeta os ciclos de erosão (Dalrymple, 2006). Ainda assim, essas ameaças não levaram a planos elaborados de retirada da costa. Em vez disso, o governo nacional reforçou seu compromisso com um futuro baseado em projetos de adaptação climática que esperava “corrigir” décadas de descaso com a defesa costeira.

O plano nacional de adaptação climática mais conhecido até hoje gira em torno da Estratégia de Desenvolvimento de Baixo Carbono (LCDS). Essa abordagem ambiciosa delinea as ameaças das mudanças climáticas para a estabilidade socioeconômica do

país, e um componente-chave são as estratégias de financiamento da adaptação climática. Como um projeto parcialmente patrocinado pelo Fundo de Investimento UN (Nações Unidas) REDD+, a LCDS concebe as florestas do interior do país como recursos para o sequestro de carbono e mercados de carbono com a Noruega (Governo da Guiana, 2010). Mas, com sua inauguração em 2010, o governo manteve-se relativamente em silêncio sobre se os pagamentos da LCDS financiarão a adaptação climática da defesa costeira. Esse silêncio foi marcante, dado que a LCDS simbolicamente encoraja os engenheiros a investirem em técnicas de engenharia mais ecologicamente sustentáveis, como o replantio de manguezais (ibid.: 11).

Diante desse vácuo de financiamento da LCDS, os engenheiros assumiram a adaptação climática em suas próprias mãos, tanto em termos simbólicos quanto organizacionais. Eles mudaram o nome do Ministério das Obras Públicas para Ministério da Infraestrutura Pública (por volta de 2014). A renomeação expõe o que o historiador da engenharia Henry Petroski (2016) descreve como a crescente autoconsciência dos engenheiros em relação à imagem de desperdício de recursos públicos associada a grandes projetos prometidos como transformadores. Ao mesmo tempo, o ministério levou em conta suas avaliações pós-desastre ao investir em projetos mais econômicos de construção de espigões, patrocinados pelo Banco de Desenvolvimento do Caribe.

Por meio desses projetos de espigões, a erosão tornou-se o principal objeto de intervenção na defesa costeira da Guiana, conectando preocupações humanas e mais-que-humanas sobre o futuro climatológico da linha costeira.⁹ Em resumo, o comprometimento dos engenheiros com a construção de espigões tem a capacidade de contribuir para o florescimento das chamadas “ecologias emergentes”, que são mais responsivas à erosão (por exemplo, Kirskey, 2015). Tome-se, por exemplo, que novos espigões podem alterar radicalmente os processos de erosão de maneira que tornam alguns diques difíceis de se manter ou, em certos casos, obsoletos, à medida que os manguezais tomam conta dos bancos de lama vizinhos. Ou ainda, os reinvestimentos em espigões podem impulsionar projetos de recuperação de terras ao criar novas linhas costeiras. Ao longo deste ensaio, acompanharei como essa guinada epistêmica para a erosão molda o engajamento de engenheiros através de diferentes estruturas de defesa costeira, ao mesmo tempo que desafia suas suposições sobre a importância que práticas de manutenção têm para avanços tecnológicos em seu campo.

A manutenção tem sido teorizada na antropologia das infraestruturas hidráulicas, e em estudos correlatos, como uma forma de trabalho qualificado central para processos mais amplos de construção de mundos (De Laet; Mol, 2000; Howe *et al.*, 2015). Desde práticas de uso da terra que viabilizam o desenvolvimento de infraestrutura até o refinamento da aparência e do *design* das redes, a manutenção frequentemente envolve

⁹ A urgência da iniciativa de engenheiros para com os espigões é ainda mais ressaltada por projetos estatais e corporativos conjuntos para a exploração de petróleo *offshore*, cujos lucros, planeja-se, substituirão o financiamento externo de defesas marítimas por volta de 2040.

o aprendizado na prática (Mattern, 2018; Star, 1999). Considere-se, por exemplo, a historiografia colonial do Egito de Timothy Mitchell (2002), que detalha como engenheiros, proprietários de terras e camponeses possuíam visões concorrentes sobre a manutenção de canais e a (re)alocação da água. Tais disputas sobre recursos escassos nos lembram que a improvisação é uma dimensão vital das práticas de manutenção (Anand, 2017; Barnes, 2016). Decisões práticas sobre, digamos, consertar um cano ou cavar um poço muitas vezes dizem algo sobre a compreensão das pessoas acerca de sua qualidade de vida passada, presente e futura (Redfield, 2016). O que Steven Jackson (2014) chama de “pensamento de mundo quebrado” define o alcance das possibilidades de manutenção, imaginativa e materialmente. No entanto, nem todas as práticas de manutenção são iguais, nem são planejadas para serem executadas por todas as classes de engenheiros com credenciais em engenharia hidráulica (Wesselink *et al.*, 2007). De fato, a manutenção é uma reivindicação de profissionalismo nos círculos de engenharia, ao mesmo tempo que sustenta debates sobre a estabilidade ontológica das infraestruturas (Houston, 2017).

Embora essa literatura tenha gerado *insights* úteis sobre a economia política e a materialidade da manutenção, ainda tende a reduzir as infraestruturas hidráulicas ao quadro temporal da vida humana. Isso implica que o objetivo da manutenção, tanto como atividade quanto como ofício, é simplesmente “melhorar” ou tornar mais equitativas as instituições sociais dedicadas ao gerenciamento das infraestruturas hidráulicas. Dentro desse quadro temporal, estudiosos têm concebido os engenheiros como figuras sociais que se tornaram críticas aos discursos pretensioso sobre “melhoria” e aos modelos estatais correlatos de desenvolvimento (por exemplo, Ley, 2021). Ainda assim, a iniciativa dos espigões na Guiana revela algo diferente sobre o trabalho dos engenheiros na adaptação climática. Seu trabalho está baseado menos no diagnóstico da “melhoria” como um evento discreto e mais em uma apreciação da natureza processual do *design* infraestrutural. Por exemplo, a iniciativa dos espigões amplia os programas de manutenção dos engenheiros, de maneira que modelam e planejam desigualdades, riscos e até catástrofes inevitáveis. Os engenheiros recorreram a modelos existentes de ondas e levantamentos batimétricos para elaborar um *design* de espigões “flexíveis”, que acreditam ser mais responsivo à erosão do que o *design* de espigões “rígidos” concebido durante o período colonial. Ainda assim, os engenheiros avançam sem uma compreensão firme das práticas de manutenção diferenciadas (se é que existem) que os novos espigões suaves exigirão. Os espigões são como vestígios tenazes de inovações passadas, que os engenheiros reconhecem como parte integrante da “natureza” contemporânea da erosão, mesmo que sua existência possa comprometer a integridade da faixa litorânea no futuro.

Com base nesse *insight*, utilizo a expressão “sobrevidas da inovação” para analisar as respostas humanas e mais-que-humanas às operações com espigões. A defesa costeira voltada para a erosão exige dos engenheiros que atentem para as complexas reconfigurações da faixa litorânea ao longo do tempo, bem como para as ambiguidades

em torno da temporariedade e da permanência dos espigões. Esses processos materiais são mutuamente constitutivos, na medida que revelam as atitudes dos engenheiros em relação a trabalhar para um aparato estatal que, historicamente, tem sido inconsistente quanto à preocupação com a erosão e ao financiamento para combatê-la. Mas, em vez de tratar as “sobrevidas da inovação” apenas como um recurso analítico voltado a rastrear os espectros da manutenção, coloco-o em diálogo com o que a filósofa da ciência Isabelle Stengers (2018) chama de “ciência lenta”. Crítica à ciência moderna, ela argumenta que o método experimental já esgotou sua capacidade diante dos crescentes riscos globais (por exemplo, as mudanças climáticas), os quais não dão sinais de dissipação no futuro próximo. Ela recorre à ciência lenta como um modo de fomentar métodos que mobilizam ativamente múltiplas tradições de programas de pesquisa científica, de forma a desafiar os interesses estabelecidos do *status quo*. “Ciência lenta”, escreve ela, é fundamentalmente sobre “perder tempo [...] ou romper com a relação simbiótica que vincula o ‘verdadeiro progresso’ à inovação industrial” (ibid.: 124). Na Guiana, o investimento dos engenheiros em um projeto de espigões “suaves”, aliado a estudos de campo sobre a erosão, constitui um exemplo de ciência lenta. Sua posição, relativamente marginal em relação à LCDS, aponta para as escalas temporais institucionais concorrentes da ciência lenta, que moldam os desejos de inovação dos engenheiros na adaptação climática.

O destino dos espigões na Guiana fornece uma especificidade para o lugar do “pensamento inovacionista”, que tanto a literatura acadêmica (Braun, 2014) quanto a popular (Kolbert, 2021) frequentemente tratam como uma instância já dada da adaptação climática. Os projetos de *design* de espigões abrem espaço para que engenheiros troquem narrativas de inovação: histórias que fazem referência a desafios passados, ou em curso, que se interpõem na transformação da adaptação climática em uma intervenção estatal eficaz. Ideias sobre inovação são constantemente revisadas nessas narrativas, à medida que engenheiros lutam para enfrentar a erosão enquanto buscam redes transnacionais de financiamento, dados e consultores para lidar com a adaptação climática.

Isso não significa que as narrativas de inovação sejam atribuídas apenas ao saber-fazer tecnológico dos engenheiros. Semelhantemente a Stengers, muitos estudiosos argumentaram que, em meados do século XX, a inovação se tornou sinônimo da teoria econômica do desenvolvimentismo e era parte integrante tanto da visão da direita quanto da Nova Esquerda sobre a abundância do pós-guerra (Girvan, 1979; Russell; Vinsel 2016). Um problema central do desenvolvimentismo é hoje bem conhecido: o compromisso inabalável e a qualquer custo dos governos para com o desenvolvimento acabou por contribuir para uma devastação ambiental generalizada e para o declínio de uma ciência engajada com o público. Além disso, o desenvolvimentismo sustentou dúvidas ideologicamente inflexionadas sobre a ciência, notadamente no negacionismo climático (Oreskes; Conway, 2010). Assim, a inovação nunca foi, nem nunca será, um termo politicamente neutro nas arenas de políticas de adaptação climática.

Esse é particularmente o caso dos engenheiros do Sul Global, cujo crédito dado à inovação esteve historicamente atrelado à diplomacia científica ou a colaborações técnicas com estrangeiros (Mavhunga 2017), assim como na Guiana, onde preocupações sobre quem (ou o quê) recebe o crédito pela inovação surgiram no interior de círculos de engenharia, através de agências estatais e empresas locais, bem como nas colaborações com consultores estrangeiros. Além disso, tais preocupações atravessam divisões de formação, filiação política, geração e *status* profissional e, em alguns casos, moldaram a forma como os engenheiros percebem e experienciam a erosão.

Da retirada à manutenção da linha

Grande parte da história da linha costeira da Guiana pode ser contada em termos de sua constante reengenharia em resposta às observações humanas sobre sua erosão. Antes do contato colonial, os ameríndios, incluindo os Warao, habitavam a costa apenas de forma sazonal, o que dependia de embarcações, e migravam para o interior durante a estação chuvosa (Williams, 2003). Quando Cristóvão Colombo chegou em 1498, não conseguiu ancorar sua frota de navios devido aos “inóspitos bancos de lama e pântanos” (Lakhan, 1994: 172). Posteriormente, exploradores espanhóis, holandeses e britânicos seguiram a mesma prática de evitar a costa, e acabaram por fracassar em encontrar o ouro que buscavam nas áreas ribeirinhas do interior. Somente após a Companhia Holandesa das Índias Ocidentais autorizar assentamentos costeiros em 1621 é que colonos enfrentaram as riquezas e violências resultantes de seus esforços para conter a erosão das terras. Inspirando-se em técnicas utilizadas anteriormente por plantadores britânicos de Barbados e Antígua para combater a erosão, os holandeses embarcaram em projetos de reivindicação da terra (Klooster, 2016). Com pouca ou nenhuma regulamentação governamental dos polders (terras drenadas), os colonos ordenaram que escravizados cavassem canais e construíssem muros de contenção de acordo com as necessidades de cada propriedade.¹⁰ As áreas costeiras foram drenadas e transformadas em polders (*empoldered*) muito mais rapidamente do que na vizinha Guiana Francesa, onde os colonos tinham a “péssima reputação” de serem aventureiros e beberrões, em vez de cultivadores eficientes das terras baixas (Lowenthal, 1952: 22; Redfield, 2000).

Essa abordagem individualizada de criação de polders foi dificultada pela erosão. Os plantadores respondiam a isso recuando suas linhas de muros de contenção cada vez mais para o interior. Mesmo quando a colônia passou às mãos dos britânicos, em 1814, os plantadores não realizaram mudanças significativas nessa estratégia de “batida em retirada” na defesa costeira. Como descreveu o historiador Walter Rodney (1981), os temores dos plantadores quanto ao mar e às ondas erodindo suas terras beiravam a paranoia, e a erosão moldava profundamente o sistema colonial de posse de terras.

¹⁰ A reivindicação por terras na Guiana contrastou severamente com a prática histórica de construção de polders nos Países Baixos. Neste caso, ao menos em teoria, envolveram conselhos comunitários (ver Metz; van den Heuvel, 2012).

Um aumento dramático na construção de defesas costeiras ocorreu com a emancipação dos escravizados (entre 1834–1838), ainda que, em grande parte, para benefício da plantocracia. A maioria dos libertos tinha poucas opções de reassentamento e, assim, compraram coletivamente terras próximas à costa, ou propriedades abandonadas que eram difíceis de manter, por estarem localizadas diretamente na linha costeira (Rodney, 1981). Por sua vez, a escassez de mão de obra nas plantações levou os grandes plantadores a importar trabalhadores contratados. A partir de 1873, também estes passaram a adquirir e cultivar áreas costeiras. No entanto, viviam próximos às “barragens traseiras” (*back dams*), terras propensas a inundações nas periferias das plantações, com pouca infraestrutura. A posse da terra, atravessada por raça e classe, esteve, portanto, ligada a viver não apenas com o mar, mas também com o “*putta-putta*”, termo crioulo para “o pior tipo de lama: molhada, pegajosa, fedorenta, e um pequeno passo acima das próprias fezes” (Edwards, 2017, p. 4).

Em 1883, o governador contratou um Engenheiro Real para dirigir a Secretaria de Obras Públicas, a primeira agência da colônia a exigir que os proprietários construíssem defesas costeiras segundo diretrizes específicas. Como essas construções eram caras, a maioria dos proprietários optava por suportar perdas em vez de abandonar suas propriedades quando os muros de contenção eram rompidos (Government of Guyana, 1996). Esse protocolo de “manutenção da linha” foi institucionalizado pela Secretaria de Obras Públicas em 1916, por meio de investigações de campo sistemáticas sobre a erosão, lideradas pelo engenheiro consultor estrangeiro Gerald O. Case. Com ampla experiência em deltas no Sul da Ásia, Europa e Nova Jersey (Estados Unidos), Case concluiu que a erosão costeira era causada não apenas pelas ondas, mas também pela água que escoava das comportas e diques. Ele não tinha certeza de sob quais condições a “erosão causada por diques marítimos” poderiam ser mitigadas, embora suspeitasse que o plantio de manguezais pudesse ajudar (1920). O problema, então, era que a costa possuía poucas dunas e praias, e ele ordenou que a Secretaria de Obras combatesse a erosão construindo espigões de concreto, semelhantes aos que havia observado em viagens de pesquisa aos Países Baixos.

Os engenheiros da Guiana seguiram a abordagem de Case durante décadas, mesmo após a independência, em 1966. Mas, ao contrário de Case, a perspectiva deles sobre a erosão não se orientava apenas pelo que o mar fazia. Eles supunham que a erosão estava relacionada ao *sling mud*, termo em crioulo para o lodo altamente fluido e espesso que se desprende dos bancos de lama. A maioria de suas observações sobre a *sling mud* baseou-se no tempo depreendido na dragagem de portos e em um estudo realizado com o Laboratório de Hidráulica de Delft sobre barras de canal. No início da década de 1970, em colaboração com a empresa de engenharia holandesa Consultores de Engenharia dos Países Baixos (Netherlands Engineering Consultants – NEDECO), eles ampliaram suas observações. O trabalho de campo envolveu levantamentos batimétricos, juntamente com amostras de sondagem dos solos argilosos da costa e sedimentos dos rios. Os levantamentos revelaram que a linha costeira não era uniforme, embora a “costa

apresentasse um padrão de erosão e acúmulo cíclico em estreita relação com bancos de lama em deslocamento offshore” (Nedeco, 1972, p. 1). Determinaram que esse ciclo ocorria a cada trinta anos, o que sugeria que a falta de uniformidade da linha costeira poderia significar que os espigões não funcionavam apenas como “armadilhas de sedimentos”, mas também estavam alterando a forma como o *sling mud* se desprendia dos bancos de lama. A equipe de pesquisa concluiu, ainda que de forma cautelosa, que, ao contrário das descobertas de Case, os espigões eram infraestruturas pouco confiáveis na luta da Guiana contra a erosão (ibid.: 6).

O estudo da Nedeco foi talvez a primeira vez na história da Guiana em que as “sobrevidas da inovação” se manifestaram: os engenheiros alteraram suas atividades com espigões em resposta à erosão. Em um relatório final, a equipe recomendou que o ministério se concentrasse na construção de muros costeiros, em vez de espigões, e coletasse mais dados sobre erosão para levantamentos futuros. Como me explicou em entrevista o engenheiro aposentado Philip Allsopp, que trabalhou para o ministério durante o estudo da Nedeco: “Pensávamos que não poderíamos mais simplesmente construir e construir para manter a costa sob controle. Precisávamos desacelerar e considerar o que estava acontecendo com cada defesa costeira”.¹¹ Essa é uma declaração contundente, dado que a coleta de dados sobre erosão não exigia que os engenheiros utilizassem métodos desconhecidos. Allsopp, por exemplo, havia sido treinado pelo “avô da mecânica dos solos”, Alec Skempton, no Imperial College de Londres, realizando perfurações e analisando como os solos podem “escorregar e girar” sob as estruturas. A aparente paixão da Nedeco pela coleta de dados não passou despercebida aos engenheiros da Guiana. A colaboração transmitiu uma nova norma de projeto: as inovações na defesa costeira baseavam-se nas observações dos engenheiros sobre como as infraestruturas contribuíam para a degradação ambiental.

Os engenheiros reconheceram que essa norma de *design* moderno tinha implicações mais amplas sobre as formas como negociavam os (des)investimentos fiscais do governo nacional em programas de pesquisa de longo prazo para a defesa costeira. Vejamos a descrição de outro engenheiro sobre seu compromisso profissional com o *design* durante o período socialista da Guiana: “Você não pode separar a questão do *design* das realidades do dia que o lançam ao chão. Quando estávamos trabalhando em um projeto, havia financiamento, mas, quando chegamos ao fim, o governo rescindiu o contrato... Não havia recursos para pagar consultores [estrangeiros]. Eles foram embora e nós ficamos trabalhando em um ambiente inadequado. Então tivemos que inovar. Fizemos defesa fluvial perto da costa e usamos estacas de madeira. Ninguém faria isso naquela época, e nem agora”. Esse engenheiro perdeu a confiança de que o governo nacional forneceria recursos para um programa de pesquisa de longo prazo que pudesse dar continuidade ao estudo da Nedeco. Com a metáfora de “ambiente inadequado”, ele explica que é difícil para o governo galvanizar apoio político dos engenheiros quando estes são forçados a projetar sem dados.

¹¹ Entrevista da autora. Georgetown, Guiana, 6 de março de 2010.

Com a saída dos consultores estrangeiros, os engenheiros passaram a tratar os estilos de *design* de defesa costeira holandês e britânico como mais do que simples legados do colonialismo, e suas atitudes em relação a eles também demonstraram uma mudança em direção a um afastamento da apreciação ingênua pela modernização que antes compartilhavam com os antigos colonizadores. Do ponto de vista dos engenheiros que trabalhavam e se formaram na Guiana, os projetos coloniais de espigões estavam *contribuindo* para a degradação ambiental. Eles acreditavam que, para que as defesas costeiras guianesas sobrevivessem, era necessário continuar as colaborações Norte-Sul, a fim de aprender mais sobre os espigões e interromper seus impactos destrutivos.¹² Consequentemente, os engenheiros na Guiana começaram a tratar as diferenças nacionais no *design* das defesas costeiras como uma estrutura para avaliar criticamente as relações globais de credibilidade que orientam programas de pesquisa de longo prazo.

Ainda hoje, à medida que os engenheiros se dedicam à adaptação climática, não há consenso sobre o que fazer com os espigões. Alguns acreditam que aqueles construídos por Case deveriam ser aposentados (Governo da Guiana, 1996), enquanto outros insistem que foram simplesmente construídos no ângulo errado e poderiam gerenciar a erosão de forma eficaz se reforçados com outros materiais. A inovação em um “ambiente inadequado” é acompanhada por engenheiros questionando tanto a cultura institucional quanto as formas de padronizar as práticas de *design*.

O engenheiro sênior Jermaine Braithwaite explicou-me essa falta de consenso: “Nós reparamos constantemente”, observou:

mas então, um dia, mesmo monitorando, aparece um banco de lama ou ocorre uma erosão da terra – atrapalha seus planos, leva uma estrutura embora, e você volta à estaca zero ou pensa em algo novo. Eles [os consultores estrangeiros] não querem ouvir isso porque têm prazos. Ao cabo, somos nós que temos de fazer alguma coisa.¹³

Ele descreve o monitoramento da erosão como uma atividade fundamental para cultivar uma persona de especialista credível em meio a um grupo nacionalmente diverso de engenheiros. Ele tem orgulho nacional pelos estudos de campo de longo prazo sobre os espigões e trata a erosão como um recurso-chave para apoiar outras possíveis atividades de adaptação climática no futuro. Ainda assim, também expressa uma sensação de incerteza quanto aos resultados dos esforços do ministério. Qualquer força ecológica, desde bancos de lama até ondas, têm a capacidade de “bagunçar os planos” e interromper o cronograma do ministério para a construção ou observações em diferentes locais.

Os engenheiros, então, têm um duplo interesse em inovar no *design* de espigões: esperam responder à erosão antes que ela cause muitos distúrbios e, ao mesmo tempo,

¹² A colaboração com a Nedeco exemplificou a guinada holandesa na engenharia hidráulica durante a década de 1970, que passou a privilegiar práticas de *design* ecologicamente sustentáveis (Disco, 2002).

¹³ Entrevista da autora. Georgetown, 13 de julho de 2019.

forjar um programa científico de pesquisa que os mantenha engajados com consultores estrangeiros. Tais investimentos não se traduziram de forma simples em apoio de todos os cidadãos eleitores da Guiana, que se familiarizaram com o termo “adaptação climática” apenas por meio da Estratégia de Desenvolvimento de Baixo Carbono (LCDS). Muitos deles, durante os primeiros anos da inauguração da LCDS (c. 2009–2015), mostraram-se céticos em relação à estratégia e sua tendência de privilegiar as necessidades de desenvolvimento da região interiorana em atividades de exploração sustentável de madeira e mineração, em detrimento da histórica dependência da região costeira na agricultura.

Por exemplo, a LCDS foi inicialmente proposta por membros do People’s Progressive Party (PPP), que conta com uma base majoritariamente indo-guianesa de apoiadores. O partido esteve no poder e ocupou a presidência por mais de duas décadas (1992–2014 e 2020) e governou um país politicamente dividido entre as populações majoritárias indo-guianesa, afro-guianesa e ameríndia. Por um lado, ativistas sociais expressaram preocupação com o fato de a LCDS invadir terras tituladas ameríndias para expandir a apropriação fundiária de indústrias extrativas estrangeiras. Por outro, agricultores costeiros – em sua maioria indo-guianeses – temiam a LCDS porque ela trazia o interesse do Estado em um esquema de seguro contra inundações do qual não podiam se dar ao luxo de participar. O esquema não ganhou tração além de um levantamento-piloto, pois os agricultores questionaram como os recursos da LCDS seriam distribuídos de forma equânime entre as agências estatais. Além disso, dúvidas sobre a transparência das auditorias da LCDS levaram críticos a argumentar que ela reforçava práticas de clientelismo estatal e racialização política (Bulkan, 2014). A administração do People’s Progressive Party respondeu criando novas burocracias, incluindo o Escritório de Mudança Climática, para gerenciar, dentre outras coisas, a divulgação pública relacionada à adaptação climática.¹⁴

Mesmo assim, as atitudes dos engenheiros em relação à inovação têm sido menos centrais nos debates críticos sobre a transparência da LCDS e a *organização* das naturezas. A falta de consenso sobre os espigões, por exemplo, refere-se a algo a mais do que as questões técnicas descritas por Braithwaite. O ministério emprega um grupo multirracial e intergeracional de engenheiros que testemunharam as deficiências de projetos de manutenção, tanto em administrações presidenciais socialistas quanto pós-socialistas. Como sugere Braithwaite, as compreensões dos engenheiros sobre o que conta como inovações realistas em espigões são moldadas não apenas por suas experiências profissionais em planejamento estatal/econômico, mas também por suas experiências pessoais e pelos sentimentos vividos durante o processo de projetar, que variaram da frustração ao tédio, até a alegria. Em suma, os engenheiros na Guiana trabalham para proteger uma profissão científica – e uma linha costeira – de serem destruídas. Eles

¹⁴ Essas burocracias têm sido cruciais para o estabelecimento da legitimidade do Estado junto a agências doadoras externas interessadas em apoiar os produtos e serviços de dados climáticos da LCDS. As informações reunidas por essas burocracias, por exemplo, fundamentaram as Comunicações Nacionais da Guiana à Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

reservam tempo para construir “relações inteligentes não apenas com os resultados científicos, mas com [outros engenheiros] e os próprios cientistas” (Stengers, 2018, p. 4). Tentam recuperar a adaptação climática das lógicas estreitas do progresso econômico, para imaginar um futuro que valorize os erros científico-políticos do passado.

Os engenheiros, em outras palavras, tratam as inovações como possuindo sobrevidas. As operações com espigões informam seus papéis profissionais como mais do que tecnocratas: eles também são participantes de um sistema global desigual de troca de conhecimento, sobre o qual políticas nacionais de clima, como a LCDS, estão fundamentadas. Ainda assim, uma coisa é aspirar à realização de pesquisas sobre erosão e espigões, outra é sustentar o interesse nesses programas, já que suas experiências passadas revelam escassez contínua de recursos para manter os projetos¹⁵. Essa tensão – entre deixar o passado para trás e o que é possível – mantém em circulação narrativas de inovação em torno das atividades de adaptação climática. Volto-me agora para essa tensão a fim de traçar como as narrativas de inovação passaram a delimitar os mundos sociais da erosão na Guiana.

Práticas de *design*

Assim como ocorreu com os engenheiros, minha introdução inicial aos espigões não foi tranquila. Após aproximadamente dois meses de observação e entrevistas com engenheiros, eles ainda me recebiam com apreensão. Repetidamente me lembravam de que se sentiam mais à vontade trabalhando com consultores estrangeiros e, mais recentemente, com engenheiros acadêmicos que coletavam dados e modelavam projetos de defesa costeira. Como antropóloga, eu não tinha nenhuma expertise a oferecer nessa direção e, portanto, era de pouca utilidade imediata para eles. Um engenheiro me recebeu com um pedido astuto: “Quando terminar, você pode nos dizer o que a sociedade, as pessoas lá fora, pensam sobre o que fazemos”. A fronteira epistêmica que ele traçou entre a sua expertise e a minha expunha seu receio de que o público leigo pense que a inovação é sempre, desde já, um bem social, técnico e político. Ele queria mudar essa concepção equivocada, mas reconhecia que sua causa não era favorecida pelo relatório da LCDS, que em 2010 já havia sido amplamente divulgado online e nas redes sociais.

Os espigões tornam visíveis as narrativas de inovação concorrentes que informam as compreensões dos engenheiros sobre a adaptação climática. Entre 2010 e 2016, engenheiros do ministério experimentaram o *design* de espigões flexíveis. Construídos com geotêxteis – um material plástico espesso e tecido –, eles não apenas são mais baratos do que os espigões de concreto, mas acredita-se que promovam uma formação

¹⁵ O ministério tentou implementar tal programa, mas as contingências dos projetos de doadores externos apresentaram dificuldades logísticas para a compra das tecnologias necessárias e o pagamento de pessoal para além da duração de um projeto. Esses projetos não necessariamente criam os tipos de parcerias com a universidade nacional, que poderiam contribuir para sustentar tais infraestruturas de conhecimento no longo prazo.

mais rápida da praia. Os engenheiros esperavam que esses projetos eventualmente convencessem o governo nacional a financiar um projeto para mapear e arquivar os espigões ativos e abandonados do país.

“Não temos nos concentrado muito no que os espigões fazem — sua ambiência e o que provocam na costa — e não aprendemos a apreciá-los”. Um grupo de quatro engenheiros balançou a cabeça em unísono quando um de seus colegas fez essa afirmação evocativa durante uma entrevista que conduzi no Ministério da Infraestrutura Pública.¹⁶ Seu *insight* resume, ainda que em tom modesto, as difíceis relações e as oportunidades perdidas no passado com os espigões. Mas a relação não é tão simples quanto simplesmente construir infraestruturas. Eles dividem seus dias de trabalho entre os locais de defesa costeira e grandes salas de conferência semelhantes aos espaços de TI e tecnologia digital do Vale do Silício, onde a imagem do gênio autônomo e criativo é disciplinada em interações e trocas colegiais (Messeri, 2016). Essa organização e arquitetura de escritório contrastam fortemente com a *sling mud* e os bancos de lama de movimento lento com os quais trabalham em campo. Por exemplo, o perímetro da sala é ladeado por altos armários de metal abarrotados de cópias em papel de relatórios de campo. Ao longo de três andares encontram-se escritórios onde funcionários seniores e seus assistentes realizam reuniões, elaboram orçamentos e planejam projetos. O burburinho diário nesses espaços é preenchido por conversas sobre as minúcias do agendamento e as observações feitas durante visitas aos locais de defesa costeira.

Quando os engenheiros realizam levantamentos batimétricos de barco, medindo a profundidade da água e suas características, eles frequentemente encontram espigões submersos e abandonados que acreditam ter séculos de idade. Como detalhou um deles:

Os espigões abandonados que vemos provavelmente foram construídos há dois séculos e feitos de blocos de pedra rejuntados... Atualmente, estamos analisando esse projeto e tecnologias similares porque funcionou por tanto tempo, e nós [agora] simplesmente usaríamos pedras [granito] como nosso principal material para espigões, pois está disponível localmente e é mais barato [do que o concreto]. Existem outras opções, como gabiões, e até estacas de concreto. Basicamente, nós seguimos por meio da inspeção visual. Não temos dados de satélite dos [espigões abandonados] ... na maré baixa, você consegue vê-los acima da água.¹⁷

Esse engenheiro sugere que os espigões têm sido utilizados há muito mais tempo do que Case supunha, por isso, ele se opõe à narrativa de que essas infraestruturas estão associadas apenas a um estilo nacional de *design* ou material de construção. Ele sugere que, devido aos vários materiais que compõem esses espigões abandonados, a abordagem mais pragmática para os engenheiros é simplesmente classificar todos os materiais rígidos como “eficazes”. Os engenheiros fazem uma avaliação geral de que os materiais rígidos podem reter o fluxo longitudinal da areia que se acumula em um lado

¹⁶ Confidencial, entrevista da autora. Georgetown, Guiana, 18 de março de 2010.

¹⁷ Confidencial, entrevista da autora. Georgetown, Guiana, 18 de março de 2010.

dos espigões abandonados, mas podem alterar outras características da costa de maneira que os engenheiros desconhecem.

Uma observação de campo estendida entre 2009 e o início de 2010 no espigão de Fort Kingston reafirmou essas percepções. Com mais de 200 metros de comprimento e construído com blocos de pedra, esse espigão é um ponto conhecido por intensa sedimentação, pois está localizado na desembocadura do maior rio costeiro, o Demerara. Mas a equipe de campo também constatou que os processos de erosão podem variar de ponto a ponto, pois espigões abandonados nas proximidades estavam “roubando” sedimentos do espigão de Fort Kingston. Suas observações se desviaram dos casos padrão dos livros didáticos, que tendem a se concentrar apenas no comprimento das estruturas de espigões, incluindo também a descrição de ondas quebrando e da deriva litoral (ondas transportando areia).

Aqui, as observações de campo sobre erosão são um passo fundamental pelo qual os engenheiros traçam as sobrevidas da inovação. A equipe de campo tratou o espigão de Fort Kingston como um “caso ideal” de erosão. Considerando que espigões em funcionamento e abandonados operam conjuntamente de forma que alteram e intensificam os ciclos de erosão, os engenheiros puderam usá-los para orientar a coleta de dados sobre a expectativa de vida de outras defesas costeiras, como muros de contenção vulneráveis a tempestades intensas. Esse trabalho de campo contribuiu para alterar a apreciação básica dos engenheiros sobre o conceito de “vida útil de projeto” (*design life*) em defesas costeiras.

Vida útil de projeto refere-se ao período relativo de tempo em que se acredita que uma infraestrutura funcionará antes de falhar, quebrar ou tornar-se um risco. A vida útil projetada das defesas costeiras de concreto na Guiana é de quarenta a cinquenta anos. Os engenheiros realizam atividades de manutenção rotineira, caminhando pela orla para verificar se os muros de contenção estão se deteriorando mais rapidamente do que o esperado. Acompanhei-os em caminhadas à beira-mar procurando fissuras nos muros que pudessem resultar em rompimentos. Equilíbrio e paciência são algumas das habilidades que engenheiros e eu precisamos desenvolver para identificar o estágio de vida dessas estruturas. Os muros de contenção têm elevação de, no máximo, 2 m do solo, e caminhar sobre, ou ao lado deles, é muito semelhante a navegar por uma caverna subterrânea, contornando o corpo às exigências das inclinações. Bolsões de lama, montes de areia e as raízes e galhos volumosos de manguezais bloqueiam o caminho, lembrando-nos de que a erosão confunde as fronteiras entre o mar e a linha costeira. As caminhadas à beira-mar são atividades que, na expressão de Stefan Helmreich, “colocam as ondas em relação com empreitadas humanas” (s.d.: 36–37, citado com permissão do autor). Pode-se pensar no labirinto de defesas costeiras da Guiana como outro tipo de onda lenta que ganha força ao longo do tempo à medida que suas estruturas mudam e os engenheiros trabalham nelas. Sob essa perspectiva da onda lenta amorfa, as sobrevidas da inovação não podem ser reduzidas às operações de espigões ou mesmo

às caminhadas à beira-mar — devem ser entendidos em termos dos engenheiros aprendendo a trabalhar com a erosão.

Após as observações em Fort Kingston, por exemplo, os engenheiros começaram a construir espigões “flexíveis” como uma tentativa inicial de inovar ao redefinir sua postura adversarial em relação à erosão (Figura 2). Eles os construíram preenchendo longos tubos de geotêxtil com areia. Um dos locais-piloto para molhes *soft* em 2010 estava ao sul de Fort Kingston, em uma praia a jusante, onde se acreditava que a areia tinha sido retirada pelos molhes em funcionamento de Fort Kingston. Os espigões flexíveis têm como objetivo causar pouco impacto ambiental porque, à medida que o geotêxtil se desgasta com o tempo, a areia remanescente se consolida formando praia. Como são construídos a uma altura relativamente baixa do solo, perdem os usos recreativos que os espigões rígidos tinham, servindo como passarelas para pedestres e docas temporárias para pescadores. E embora sua forma seja longa e tubular, são suscetíveis à submersão na maré alta, ou a adquirir novas formas à medida que o acúmulo de areia aumenta ao seu redor. Em resumo, seu apelo tecnológico e estético reside na capacidade de imitar e tornar-se mutável, acompanhando as mudanças nas fronteiras da linha costeira.

A inovação na adaptação climática depende de engenheiros tratarem a natureza não apenas como recurso para projetos de infraestrutura, mas como colaboradora no planejamento e ação criativos. Os espigões flexíveis fazem parte de uma escola global de *design* que concebe a terraplanagem como agente tecnológico que ajuda as pessoas a planejarem o futuro.

Figura 2. Estrutura de geotêxtil ou espigão “flexível”, 2014.



Fonte: Foto tirada pela autora.

Outra obra desse tipo é a “Spiral Jetty” (1970), do artista norte-americano Robert Smithson. Sua escultura em espiral é composta por lama, cristais de sal e basalto, e foi construída nas águas do Great Salt Lake, em Utah. Nas últimas décadas, a intensa seca reduziu o nível do lago, tornando a escultura visível. Como argumentou Smithson, escultores de obras de terra assumem a “persona de um agente geológico... em vez de superar o processo natural que desafia a situação” (*apud* Rubio, 2012: 148). Essa referência à imagem mutável de uma defesa costeira ao longo de sua vida útil é também

o que os engenheiros na Guiana querem dizer ao afirmar que os espigões criam uma “ambiência” para a defesa costeira, mesmo reconhecendo que a orla está se erodindo além de seu controle.

No entanto, a recente inclusão de espigões flexíveis não libertou o ministério de suas dificuldades contínuas de realizar atividades básicas de manutenção e de manter registros. No local de campo de Fort Kingston, os engenheiros descobriram que os tubos de geotêxtil foram vandalizados antes do fim do período de observação. Aqueles engenheiros inicialmente céticos quanto à durabilidade dos geotêxteis perceberam o vandalismo como uma oportunidade de voltar sua atenção para a reforma dos espigões de concreto. Além disso, como o geotêxtil, diferentemente do concreto e da pedra, é importado de outros países, os engenheiros temiam que vandalismos repetidos e a necessidade de substituição tornassem a construção menos custo-efetiva do que esperavam. Outros insistiam que o aporte de areia já acumulado próximo aos espigões não deveria ser interrompido e que blocos de concreto poderiam ser colocados ao redor das faixas rasgadas de geotêxtil. Ao cabo, o ministério decidiu que os espigões flexíveis não valiam o investimento de longo prazo, encerrando o programa.

A experimentação com espigões flexíveis demonstrou que narrativas de inovação em adaptação climática ganham tração entre os círculos de engenharia quando os engenheiros as tratam como *performances* fluidas. Ou seja, as operações de espigões em funcionamento e abandonados não são estáticas, mas dinâmicas, na medida em que os engenheiros distinguem entre coleta de dados para manutenção de infraestruturas e coleta para pesquisa de longo prazo. Além disso, as escolhas sobre coleta de dados e sua supervisão se desenrolam como problemas ético-estéticos, que impõem um senso compartilhado de *ethos* profissional entre os engenheiros, mesmo quando as infraestruturas entram em colapso ou falham. Esse *ethos* profissional se traduz em outras atividades de projeto e pesquisa em defesa costeira. O ministério, por exemplo, possui uma divisão responsável por estudos hidrográficos. A “equipe interna” de engenheiros coordena levantamentos batimétricos sem apoio de consultores estrangeiros, e isso também ocorreu nas observações de Fort Kingston. No entanto, os engenheiros não conseguiram implementar um programa consistente de monitoramento da erosão. Ainda carecem de fundos e pessoal para manter todos os marégrafos do ministério em condições adequadas. As membranas plásticas e metálicas dos marégrafos não monitorados foram corroídas pela água salgada ou nunca recalibradas. O julgamento de alguns engenheiros foi afetado por essas falhas a ponto de duvidarem de seus próprios olhos ao observarem ondas quebrando nas proximidades de espigões e muros de contenção.

Diante dessas dificuldades com a instrumentação, muitos engenheiros acreditam ser mais fácil simplesmente construir novamente do que descobrir por que um muro está cedendo ou como um reparo anterior alterou a integridade da estrutura. Essa priorização e valoração hierárquica das atividades de projeto criam fissuras nas ideias de especialistas sobre quais são as condições “ótimas” para a investigação científica em

um contexto nacional, seja sobre erosão ou mudanças climáticas, cujos dados são escassos. Os engenheiros estão cientes dessa dinâmica e, por isso, descrevem de forma cautelosa a adaptação climática como atividades relacionadas tanto à “manutenção” quanto à “inovação” em defesas costeiras. Como descrevi em relação às caminhadas à beira-mar, essa distinção pode se tornar, por vezes, borrada na prática.¹⁸ Ainda assim, os engenheiros reconhecem que seus esforços contínuos de coleta de dados poderiam ser aproveitados pelo governo nacional de maneiras que vão além dos objetivos diretos do projeto de infraestrutura.

Porta-vozes da erosão

Apesar dos impactos que espigões em funcionamento e abandonados têm sobre os ciclos de erosão, os engenheiros ainda os tratam como um “bem público” que não apenas contribui para a coleta de dados, mas também avança a pesquisa científica em adaptação climática. Por exemplo, os engenheiros podem escolher quais aspectos do projeto de espigões compartilhar com o público leigo. Durante os primeiros anos do projeto de geotêxtil, eles detalharam as características mecânicas específicas e as atividades de construção relacionadas aos geotêxteis no site do ministério, em jornais locais e em conferências de engenharia. Dadas as suas divergências de longa data sobre espigões, ocultar esses detalhes teria comprometido a solidariedade profissional no ministério, bem como a credibilidade pública. Ao mesmo tempo, esses detalhes os transformaram em “porta-vozes” da erosão, tornando-os responsáveis por explicar ao público leigo, assim como entre si, por que são competentes e devem ser confiáveis em todas as questões relacionadas à adaptação climática.

Falar sobre a erosão é um ato político estratégico que permite aos engenheiros experimentar projetos sem parecerem ingênuos ou alheios aos desafios de realizar adaptação climática em um contexto com poucos recursos. É importante reconhecer, entretanto, que os engenheiros que falam sobre erosão não se baseiam apenas em dados de avaliações de risco. Eles também detalham as características materiais e ecológicas da defesa costeira que reforçam a ideia de que há uma economia política das narrativas de inovação, que circula muito além das demandas do planejamento estatal/econômico. Um engenheiro me explicou isso detalhadamente:

Só para deixar claro, para determinar a altura das defesas costeiras, existe a consideração hidrológica, mas o que realmente fazemos é olhar para as ondas, também para as marés, temos alguns dados históricos, não me entenda mal... Por bastante tempo [desde os anos 1990] temos documentação sobre elevação do nível do mar e um consultor estrangeiro que trabalhou conosco, que nos ajudou a rodar este DHV [acrônimo para modelo de cenário de elevação do nível do mar], tudo isso é incorporado no planejamento para uma vida útil de cinquenta anos. Mas

¹⁸ Ver Denis, Mongili e Pontille (2016), para uma discussão mais aprofundada sobre a indistinção entre manutenção e inovação que, muitas vezes, pode surgir na prática científica e de engenharia, bem como os quadros conceituais que os estudiosos têm oferecido para tratar desse fenômeno.

temos que ter em mente que, quando construímos um espigão em uma área, não podemos simplesmente construí-lo. O aporte de areia precisa estar ocorrendo na área; quero dizer que talvez precisemos bombear areia para iniciar a construção... Vieram consultores gregos nos dizendo para construir um muro de contenção [seawall] próximo a um espigão, com uma estrutura de 'coluna de pedra'. E a primeira reação – bem, nós rimos – e depois dissemos: 'Precisamos da areia, cultivar a praia. Eles acharam que a areia estaria lá automaticamente e, quando olharam o local, ficaram assustados até que explicamos.

A inovação figura na análise desse engenheiro sobre a adaptação climática de duas maneiras. Primeiro, ele lembra que a atividade de aportar areia envolve o uso de escavadeiras e barcaças para transportar componentes físicos – areia e pedra – de uma área da costa para outra. Essa atividade cara e consumidora de recursos exige conhecimento experiencial da orla, não apenas a modelagem de suas características. Ele sugere que o foco nos resultados do modelo – particularmente na altura das ondas – provavelmente contribuiria para o desperdício de recursos e aceleraria a vulnerabilidade da orla à elevação do nível do mar. Uma vida útil de cinquenta anos, além disso, fornece aos engenheiros um quadro temporal para quando o espigão se tornará obsoleto devido a danos causados pelas ondas, mas não indica como sua fundação estrutural pode afetar o movimento do sedimento. Em segundo lugar, sua experiência revela que a elevação do nível do mar é um evento que entra em conflito com “instituições científicas e expertises [como] construídas no cadinho das comunidades imaginadas nacionais” (Jasanoff, 2010: 240). Semelhantemente às lutas sobre conhecimentos técnicos em outros contextos pós-coloniais, da saúde (Fullwiley, 2011; Tousignant, 2018) à biologia de campo (Geissler, 2015), sua história enfatiza uma troca horizontal e não vertical, de conhecimento Norte-Sul para a adaptação climática.

As aspirações dos engenheiros em relação à adaptação climática são definidas por essas formas concorrentes de natureza (por exemplo, ondas e areia) que lhes fornecem mais dados sobre como inovar no projeto de espigões. Por exemplo, à medida que os engenheiros passaram a compreender a elevação do nível do mar como uma ameaça, voltaram-se para outros tipos de defesa costeira aos quais os engenheiros na Guiana historicamente haviam dado menos atenção. Eles se concentraram em um ambicioso programa de reflorestamento e mapeamento de manguezais, inaugurado em 2009. O Projeto de Restauração de Manguezais, de milhões de dólares guianenses, foi inicialmente patrocinado pela Aliança Global de Mudanças Climáticas da União Europeia e pelo Ministério da Agricultura da Guiana (GMRP).¹⁹ Este último reuniu engenheiros com botânicos e funcionários florestais financiados pelo Estado, cidadãos privados trabalhando como apicultores em florestas costeiras de mangue e acadêmicos geocientistas franceses. Baseando-se em um modelo de ondas de terceira geração (SWAN) patenteado pelo Laboratório de Delft, os geocientistas forneceram aos engenheiros análises detalhadas de como a erosão causada por bancos de lama afeta a

¹⁹ Em 2009, cinco dólares americanos equivalem a cerca de 1.000 dólares guianenses.

regeneração dos manguezais. Suas colaborações oferecem outra perspectiva sobre as sobrevidas da inovação, pois demonstram como os circuitos globais de conhecimento “local” são importantes para a adaptação climática. Com a ajuda de satélites na estação espacial internacional, lançados do Centro Espacial na vizinha Guiana Francesa, eles começaram a construir um arquivo de imagens de bancos de lama que abrange a rota regional de migração desses bancos, desde as costas do norte do Brasil até o sul da Venezuela.

As modelagens do GMRP reforçam uma série de constatações iniciais do estudo da Nedeco realizado na década de 1970. Quando os bancos de lama migram para os estuários da costa, tornam-se habitats para manguezais, criando bolsões férteis para que suas mudas possam enraizar-se. Ao mesmo tempo, o modelo SWAN indica que muitas florestas de mangue existentes no caminho dessas migrações podem ser desarraigadas pela força das migrações subsequentes (Anthony; Gratiot, 2012). O modelo mostra que nenhuma forma de defesa costeira é imune à erosão, mas também que algumas formas de erosão não são previstas pelo ciclo migratório de trinta anos dos bancos de lama. Nesse contexto, engenheiros e geocientistas recorreram à expertise de apicultores locais sobre regimes de polinização para melhorar a expectativa de vida dos manguezais que o modelo SWAN não consegue representar.

Mas, à medida que os participantes do GMRP plantaram mais árvores, novas disputas de fronteira surgiram entre engenheiros guianenses. Sua credibilidade agora está ligada tanto à modelagem de ondas para fins de compreensão da ecologia dos manguezais quanto à disposição para colaborar com especialistas não vinculados à engenharia no enfrentamento da erosão. Alguns engenheiros descrevem a adoção sistemática do plantio de manguezais como algo de “bom senso” e há muito tempo atrasado. Esse adiamento nos lembra que a inovação pode assumir múltiplos significados e parecer autoevidente apenas após repetidas falhas de outros projetos ou de tempo desperdiçado. Nesse sentido, alguns engenheiros foram francos em sua ambivalência quanto a se os manguezais constituem ou não uma forma confiável de defesa costeira.

Em entrevistas realizadas por mim, engenheiros aposentados e funcionários seniores do ministério articularam suas críticas por meio de autobiografias: narrando histórias sobre quando, ainda crianças, encontravam, certo dia, o *courida bush* (mangue-preto; *Avicennia germinans*) próximo a um espigão, retendo sedimentos, e, um ano depois, o mangue-preto já havia desaparecido. Outros lembraram as tentativas fracassadas do ministério, nos anos 1970, de plantar manguezais para conter o desmatamento. Com a inauguração do GMRP, engenheiros aposentados formalizaram tais “autobiografias do mangue” em editoriais para jornais locais, a fim de “alertar” a população sobre o GMRP. Os manguezais adentraram as narrativas de inovação como formas naturais que reforçavam o papel dos engenheiros como porta-vozes da erosão. Como uma potencial ameaça à expertise da engenharia, o manejo dos manguezais situa-se em uma esfera distinta de conhecimento que poderia tornar os espigões menos

centrais às prioridades futuras do ministério para a defesa costeira. Longe de comprovar um modelo de natureza como infraestrutura, a inserção dos engenheiros na restauração de manguezais revelou ainda mais a assimilação desigual da inovação como tema organizador do financiamento da engenharia, de seu *ethos* profissional e de sua socialidade.

Dada a limitada capacidade do modelo SWAN de prever erosão relacionada a manguezais, a adaptação climática da defesa costeira na Guiana não se apoia em uma “visão de vanguarda” da inovação (cf. Hilgartner, 2015). Não surpreende, portanto, que a agenda do GMRP tenha se voltado para campanhas de conscientização a fim de obter apoio público para a promoção dos manguezais como defesa costeira. Uma engenheira sênior do ministério nos primeiros anos do GMRP (por volta de 2010) concedeu entrevistas à televisão local. Ela ofereceu informações detalhadas sobre as iniciativas anteriores do ministério para mobilizar apoio público à proteção dos manguezais, incluindo campanhas contra ocupações irregulares e corte de mangues. Ela defendeu tais iniciativas como voltadas ao bem público contra relatos que as representavam como violações de direitos individuais.

Ela reiterou que os engenheiros não são tecnocratas de mentalidade única, rígidos na aplicação de regras, mas sim guardiões ambientais. A dependência do ministério em relação ao GMRP, para convencer cidadãos comuns da credibilidade dos engenheiros no tocante à defesa costeira, baseava-se na ideia de que a “fronteira” é um tropo político viável na adaptação climática (Mahony, 2014). Por um lado, a ideia de fronteira achata condições sociomateriais existentes, como dívida fiscal, carência de dados, fadiga política e escassez de pessoal, que podem prejudicar programas de pesquisa patrocinados pelo Estado em adaptação climática. Por outro, a imagem da fronteira amplia o escopo da expertise projetual dos engenheiros para incluir o público leigo, atribuindo-lhe a visão cívica e o orgulho necessários para compensar as deficiências de um Estado guianense pouco preparado, mas consciente do clima.

No nível experiencial da prática da engenharia, os manguezais constituem um meio de intervenção muito diferente dos espigões, pois a abordagem facilita a inclusão de participantes nas divisões leigo/especialista. E, uma vez que a adaptação climática também é uma disputa sobre a capacidade do “investigador visitante e seus anfitriões produzirem conhecimento de formas equitativas e com aprovação mútua”, as questões de participação tornam-se centrais para a inovação (Stengers, 2018, p. 129). Uma das formas pelas quais o GMRP tem abordado tais questões é a criação de um empreendimento de ecoturismo (Vaughn, 2021). O passeio, em operação desde 2014, foi planejado em torno de alguns dos locais experimentais originais de plantio do GMRP. Na trilha patrimonial do mangue, turistas podem visitar manguezais, aprender sobre seu valor ambiental e cultural para a Guiana e, em algumas estações, participar de seu replantio.

Alguns guias turísticos também foram treinados como guardas autorizados a monitorar florestas e impedir o corte de árvores e o despejo de lixo. Os guias também

inspecionam defesas costeiras defeituosas. Certa vez, guias encontraram um espigão flexível abandonado próximo a um local de replantio, mas tanto eles quanto engenheiros concluíram que, dessa vez, foram as ondas – e não o vandalismo – que haviam destruído o tecido geotêxtil. Para os guias, esse espigão degradado agora serve como atração turística, um artefato técnico que amplia o apelo da trilha patrimonial do mangue para educar turistas nas ciências da engenharia hidráulica. Para os engenheiros, esse espigão reforçou ainda mais que os guias, juntamente com outros participantes do GMRP, são aliados importantes que ajudam a manter os engenheiros como porta-vozes relevantes sobre erosão nos espaços de formulação de políticas de adaptação climática. Por sua vez, os exercícios de monitoramento costeiro dos engenheiros passaram a depender de uma rede cada vez mais ampla de coleta interdisciplinar de dados, cujo futuro depende do apoio do LCDS. A fronteira transformou-se em um tropo político nos conflitos entre formas de expertise, trabalho, dados, naturezas e capital que incitam narrativas de inovação na adaptação climática.

Conclusão: “Caixeiros-viajantes globais”

Quando se trata de questões de defesa costeira, pode ser difícil para engenheiros – tanto mais para um Estado-nação – deslocar-se de uma mentalidade desenvolvimentista para uma mentalidade de adaptação climática. Conversas, políticas, marketing e projetos em torno da adaptação climática frequentemente se apoiam em engenheiros explicando por que as defesas costeiras inevitavelmente falharão. Importa notar que suas explicações vão além das análises de colapso, ao perguntarem como inovações passadas moldaram, mas em muitos casos também desafiaram, divisões modernistas entre natureza e cultura. Centrais a essas explicações estão avaliações das formas concorrentes pelas quais a *techné* e a capacidade institucional sinalizam credibilidade dentro dos círculos de engenharia. E, no entanto, os engenheiros não podem assumir que os desejos por inovação ganharão tração em todos os setores de seu trabalho cotidiano ou domínios de expertise. A inovação, portanto, não é um resultado garantido da adaptação climática, por mais que engenheiros se esforcem para tanto.

Engenheiros lidam com tais dúvidas contando histórias ou narrativas de inovação que detalham as circunstâncias pelas quais algumas defesas costeiras funcionam e outras tornam-se obsoletas. Narrativas de inovação moldam os compromissos dos engenheiros com a coleta de dados que sustentem pesquisas científicas de longo prazo sobre erosão, juntamente com programas consistentes de manutenção das defesas costeiras. Contudo, eles também reconhecem que tais compromissos nem sempre se alinham, uma vez que precisam responder a transformações emergentes ou inesperadas do litoral. Isso torna seus compromissos nitidamente diferentes daqueles em outros campos científicos, como as biotecnologias, cuja influência “colapsa” quando a diferença entre o que se espera que façam e o que de fato fazem torna-se excessivamente grande (Brown, 2003, p. 17). Na adaptação climática, engenheiros reconhecem a persistente lacuna entre o real e o

imaginário, porque ambos geram demandas por pesquisas orientadas pelo mercado, vindas de dentro e de fora dos círculos de engenharia, incluindo Estados, ONGs internacionais e públicos leigos. Essas demandas são especialmente palpáveis em contextos pós-coloniais, como a Guiana, onde a prática e a profissionalização da engenharia são frequentemente sobredeterminadas por preocupações com o subdesenvolvimento tecnológico e a dívida fiscal.

Mesmo assim, relatos populares de inovação em adaptação climática são frequentemente associados a tropos sobre algum “projeto bala de prata” ou estilo nacional de engenharia que salvaria a humanidade da crise climática. Uma leitura atenta do jornalismo científico revela como tal concepção tem informado atitudes públicas sobre a elevação dos mares. Esse tropo é exemplificado por um artigo do *New York Times* de 2017: “Holandeses têm soluções para elevação dos mares: o mundo está atento” [*The Dutch Have Solutions to Rising Seas: The World Is Watching*]. O repórter é incisivo em sua avaliação: comunidades costeiras de Jacarta, Ho Chi Minh, Nova York e Nova Orleans precisam de engenheiros holandeses. Descritos como “caixeiros-viajantes globais” [*globe-trotting salesmen*], engenheiros holandeses “dominam o mercado global em engenharia de alta tecnologia e gestão da água” (Kimmelman, 2017). O pensamento holandês sobre defesa costeira mudou na década de 1990, após enchentes forçarem milhares a evacuar Roterdã. Além de elevar muros costeiros e construir diques que respondem às ondas, engenheiros holandeses desde então incorporaram sistemas de alerta precoce em seus planejamentos. “Está em nossos genes... Os gestores da água foram os primeiros governantes da terra”, explicou um burocrata da cidade de Roterdã. O repórter sugere que a adaptação climática irá se tornar uma espécie de tradição popular, difundida pelo mundo porque engenheiros holandeses são empreendedores, mas não avessos ao risco em suas medidas de *design*.

A suposição de que a expertise holandesa em engenharia deva continuar a circular como padrão-ouro decorre, em parte, da linguagem técnica que serve como principal janela para as mudanças climáticas. Alguns holandeses acreditam possuir uma espécie de conhecimento da água “herdado” e que apenas por meio de uma estreita colaboração engenheiros não holandeses podem se tornar tão capazes quanto eles. Essa visão de mundo sobre inovação assume uma coetaneidade espaço-temporal e que engenheiros em todo o mundo estão comprometidos em fazer seus litorais replicarem os dos Países Baixos. Não estou sugerindo aqui que engenheiros em outras partes do mundo não possam aprender a implementar medidas holandesas; de fato, já o fizeram – às vezes com facilidade e, em outros casos, como no das linhas costeiras em erosão da Guiana, com grande dificuldade. Meu ponto é que tentar replicar o sistema holandês implica custos, pois cria expectativas de que uma nação possa, sozinha, dominar naturezas para gerir a mudança climática. O problema, contudo, é que naturezas não habitam fronteiras nacionais até que engenheiros identifiquem algumas delas, e não outras, como “nativas” de um dado território ou espaço nacional. Essa identificação, além disso, faz parte de uma ampla gama de *performances* enredadas em experiências históricas de desastre,

império, dívida fiscal e formação nacional que excedem a linguagem técnica da mudança climática. Em suma, projetos de adaptação climática até agora não ofereceram aos engenheiros um arcabouço político abrangente ou uma instituição liberal que reconheça a pluralidade em inovações.

Esse apagamento da variedade e da complexidade das abordagens à adaptação climática é inquietante, e é urgente que seja contraposto. Ele pode facilmente escorregar para o populismo do tipo descrito por Bruno Latour (2018), em que as pessoas acreditam que a mudança climática as inspira a defender violentamente as reivindicações territoriais de seu próprio Estado-nação. Alternativamente, esse apagamento pode contribuir para formas de racismo e nativismo ao tratar engenheiros não holandeses, particularmente aqueles do Sul Global, como sempre e de antemão desprovidos de expertise. Porém, como sugere o caso da Guiana, esse desejo de inclusão pode ser equivocado ou apresentar apenas uma versão parcial da história da adaptação climática.

Engenheiros na Guiana também aderem a uma prática complexa de intercâmbio de conhecimentos Norte-Sul que é fluida e não redutível às transferências tecnológicas inauguradas pelo Estado ou por agências doadoras externas. Eles percebem o que analisei aqui como as “sobrevidas da inovação”, ou os efeitos materiais contínuos de inovações passadas em defesa costeira sobre as estratégias de adaptação climática litorânea. Esses efeitos materiais têm gerado rearranjos geopolíticos mutáveis do trabalho epistêmico que informam ideias sobre credibilidade. A inovação na adaptação climática depende de engenheiros forjando um *ethos* profissional de credibilidade que leve a sério o pensar com a erosão em tempo real. Engenheiros recorrem a episódios de erosão para demonstrar sua credibilidade nos competitivos espaços de financiamento dos mercados verdes, que agora parecem dados como certos na organização da governança climática global. Assim, mesmo quando engenheiros admitem não encontrar soluções permanentes para a defesa costeira, a inovação fornece uma linguagem tanto para a crítica quanto, talvez mais importante, para os esforços de criação de futuros climáticos mais seguros.

Referências

- ANAND, Nikhil.
(2017). *Hydraulic City: Water and the Infrastructures of Citizenship in Mumbai*. Durham: Duke University Press.
- ANTHONY, Edward J.; GRATIOT, Nicolas.
(2012). “Coastal Engineering and Large-Scale Mangrove Destruction in Guyana South America: Averting an Environmental Catastrophe in the Making”. *Ecological Engineering*. n.47, 268–73.
- APPADURAI, Arjun.
(2013). *The Future as Cultural Fact: Essays on the Global Condition*. New York: Verso Press.
- AUGUSTINUS, PGEF.
(1978). *The Changing Shoreline of Suriname (South America)*. PhD diss., University of Utrecht.
- BARNES, Jessica.
(2016). “States of Maintenance: Power, Politics, and Egypt’s Irrigation Infrastructure”. *Environment and Planning D: Society and Space*. vol.35, n.1, 146–64.
- BIJKER, Wiebe E.
(2007). “American and Dutch Coastal Engineering: Difference in Risk Concept and Difference in Technological Culture”. *Social Studies of Science*. vol.37, n.1: 143–52.

- BRAUN, Bruce.
(2014). "A New Urban Dispositif? Governing Life in the Age of Climate Change". *Environment and Planning D: Society and Space*. vol. 32, n.1: 49–64.
- BROWN, Nik.
(2003). "Hope against Hype—Accountability in Biopasts, Presents, and Futures". *Science Studies*. vol.16, n.2: 3–21.
- BULKAN, Janette.
(2014). "REDD Letter Days: Entrenching Political Racialization and State Patronage through the Norway-Guyana REDD-Plus Agreement". *Social and Economic Studies*. vol.63, n.3-4: 249–79.
- CARSE, Ashley.
(2014). *Beyond the Big Ditch: Politics, Ecology, and Infrastructure at the Panama Canal*. Cambridge: MIT Press.
- CASE, Gerald O.
(1920). *Coast Erosion Protection Works on the Case System in British Guiana*. New York: Tidal Engineering Corporation.
- CHAKRABARTY, Dipesh.
(2021). *The Climate of History in a Planetary Age*. Chicago: University of Chicago Press.
- DALRYMPLE, Omatoyo K.
(21–23 June 2006). "Sea-Level Rise Implications for the Coast of Guyana: Seawalls and Muddy Coasts". Paper presented at the Fourth Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, Mayagüez, Puerto Rico.
- DE LAET, Marianne; MOL, Annemarie.
(2000). "The Zimbabwe Bush Pump: Mechanics of a Fluid Technology". *Social Studies of Science*. vol.30, n.2: 225–63.
- DENIS, Jérôme; MONGILI, Alessandro; PONTILLE, David.
(2016). "Maintenance & Repair in Science and Technology Studies". *Technoscienza: Italian Journal of Science & Technology Studies*. vol.6, n.2: 5–15.
- DISCO, Cornelis.
(2002). "Remaking 'Nature': The Ecological Turn in Dutch Water Management". *Science, Technology & Human Values*, vol.27, n.2: 206–35.
- EDWARDS, Michelle A.
(2017). *They Taught Me to Think: A Memoir*. Bloomington: WestBow Press.
- FULLWILEY, Duana.
(2011). *The Enculturated Gene: Sickle Cell Health Politics and Biological Difference in West Africa*. Princeton: Princeton University Press.
- GEISSLER, Paul (ed.).
(2015). *Para-States and Medical Science: Making African Global Health*. Durham: Duke University Press.
- GIRVAN, Norman.
(1979). "The Approach to Technology Policy Studies". *Social and Economic Studies*. vol. 28, n.1: 1–53.
- GODIN, Benoît.
(2015). *Innovation Contested: The Idea of Innovation over the Centuries*. London: Routledge.
- GOVERNO DA GUIANA.
(1996). *National Development Strategy*. Chapter 40: Water Management and Flood Control Policies. Disponível em: <http://www.guyana.org/NDS/chap40.htm> Acesso em 16 abr. 2020.
- (2010). *Transforming Guyana's Economy while Combating Climate Change: A Low Carbon Development Strategy*. Georgetown: Office of the President.
- GROVE, Kevin.
(2018). *Resilience*. London: Routledge.
- HELMREICH, Stefan.
(n.d.) "From the Waterwolf to the Sand Machine: Domesticating Waves in the Netherlands". In: *The Book of Waves*, mimeo, 30–85.
- HETHERINGTON, Kregg.
(2019). "Keywords of the Anthropocene". In Kregg Hetherington (ed.). *Infrastructure, Environment, and Life in the Anthropocene*. Durham: Duke University Press, 1–16.
- HILGARTNER, Stephen.
(2015). "Capturing the Imaginary: Vanguards, Visions, and the Synthetic Biology Revolution". In Stephen Hilgartner, Clark Miller, and Rob Hagendijk (eds.). *Science and Democracy: Knowledge as Wealth and Power in the Biosciences and Beyond*. New York: Routledge, 33–56.
- HOUSTON, Lara.
(2017). "The Timeliness of Repair". *Continent*. vol.6, n.1: 51–55.
- HOWE, Cymene et al.
(2015). "Paradoxical Infrastructures: Ruins, Retrofit, and Risk". *Science, Technology, & Human Values*. vol.41, n.3: 547–65.
- JACKSON, Steven.
(2014). "Rethinking Repair". In Tarleton Gillespie, Pablo J. Boczkowski, and Kirstin A. Foot (eds.), *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society*. Cambridge: MIT Press, 221–39.

- JASANOFF, Sheila.
(2010). "A New Climate for Society". *Theory, Culture & Society*. vol.27, n.203: 233-53.
- KIMMELMAN, Michael.
(15 jun. 2017). "The Dutch Have Solutions to Rising Seas: The World Is Watching". *New York Times*.
Disponível em: ,
<https://www.nytimes.com/interactive/2017/06/15/world/europe/climatechangerotterdam.html>.
Acesso em: 16 abr. 2020.
- KING, Tiffany L.
(2019). *The Black Shoals: Offshore Formations of Black and Native Studies*. Durham: Duke University Press.
- KIRBY, Andrew; MEESEN, Peter; OGINK, Henk.
(2006). *Engineering Assessment of 2006 Floods*. Report for the Government of Guyana. Georgetown: United Nations Development Program.
- KIRKSEY, Eben.
(2015). *Emergent Ecologies*. Durham: Duke University Press.
- KLOOSTER, Wim.
(2016). *The Dutch Moment: War, Trade, and Settlement in the Seventeenth-Century Atlantic World*. Ithaca: Cornell University Press.
- KOLBERT, Elizabeth.
(2021). *Under a White Sky: The Nature of the Future*. New York: Crown.
- KOSLOV, Liz.
(2016). "The Case for Retreat". *Public Culture*. vol.28, n. 2: 359-87.
- LAKHAN, V. Chris.
(1994). "Planning and Development Experiences in the Coastal Zone of Guyana". *Ocean & Coastal Management*. n. 22: 169-86.
- LATOUR, Bruno.
(2018). *Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime*. Cambridge: Polity Press.
- LEES, David; WERNERUS, François Marie Joseph; SIMPSON, Murray Charles.
(2009). *Strategic Environmental Assessment of the Sea Defences Sector Policy in Guyana*. Georgetown: European Union.
- LEY, Lukas.
(2021). *Building on Borrowed Time: Rising Seas and Failing Infrastructure in Semarang*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- LOWENTHAL, David.
(1952). "Colonial Experiments in French Guiana, 1760-1800". *Hispanic American Historical Review*. vol.32, n.1: 22-43.
- MAHONY, Martin.
(2014). "The Predictive State: Science, Territory and the Future of the Indian Climate". *Social Studies of Science*. vol.44, n.1: 109-33.
- MATTERN, Shannon.
(2018). "Maintenance and Care". *Places*. Disponível em: <https://placesjournal.org/article/maintenance-and-care/?cn-reloaded=1> Acesso em: 19 abr. 2020.
- MAVHUNGA, Clapperton C.
(2017). *What Do Science, Technology, and Innovation Mean from Africa?* Cambridge: MIT Press.
- MCLEAN, Stuart.
(2011). "Black Goo: Forceful Encounters with Matter in Europe's Muddy Margins". *Cultural Anthropology*. vol.26, n.4: 589-619.
- MENDELSON, Ben.
(2018). "Making the Urban Coast: A Geosocial Reading of Land, Sand, and Water in Lagos, Nigeria". *Comparative Studies of South Asia, Africa, and the Middle East*. vol.38, n. 3: 455-72.
- MESSERI, Lisa.
(2016). *Placing Outer Space: An Earthly Ethnography of Other Worlds*. Durham: Duke University Press.
- METS, Tracy; van den HEUVEL, Maartje.
(2012). *Sweet & Salt: Water and the Dutch*. Rotterdam: Nai010 publishers.
- MITCHELL, Timothy.
(2002). *The Rule of Experts: Egypt, Techno-Politics, Modernity*. Berkeley: University of California Press.
- NETHERLANDS ENGINEERING (NEDECO).
(1972). *Report on Sea Defence Studies*. vol. I. Georgetown: Ministry of Works, Hydraulics and Supply.
- ORESQUES, Naomi; CONWAY, Erik M.
(2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York: Bloomsbury Publishing.
- PELLING, Mark.
(1999). "The Political Ecology of Flood Hazards in Urban Guyana". *Geoforum*. vol .30, n.3: 249-61.
(2011). *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*. New York: Routledge.

- PETROSKI, Henry.
(2016). *The Road Taken: The History and Future of America's Infrastructure*. London: Bloomsbury Press.
- REDFIELD, Peter.
(2016). "Fluid Technologies: The Bush Pump, the LifeStraw and Microworlds of Humanitarian Design". *Social Studies of Science*. vol. 46, n. 2: 159–83.
(2000). *Space in the Tropics: From Convicts to Rockets in French Guiana*. Berkeley: University of California Press.
- RODNEY, Walter.
(1981). *A History of the Guyanese Working People, 1881–1905*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- RUBIO, Fernando D.
(2012). "The Material Production of the Spiral Jetty: A Study of Culture in the Making". *Cultural Sociology*. vol.6, n.2: 143–61.
- RUSSEL, Andrew; VINSEL, Lee.
(7 Apr 2016). "Hail the Maintainers". *Aeon*. Disponível em: <https://aeon.co/essays/innovation-is-overvalued-maintenance-often-matters-more>
Acesso em: 20 abr. 2020.
- SCHIPPER, Lisa.
(2006). "Conceptual History of Adaptation in the UNFCCC Process". *RECIEL: Review of European, Comparative & International Environmental Law*. vol. 15, n.1: 82–92.
- STAR, Sisan Leigh.
(1999). "The Ethnography of Infrastructure". *American Behavioral Scientists*. vol.43, n.3: 377–91.
- STENGERS, Isabelle.
(2018). *Another Science Is Possible: A Manifesto for Slow Science*. Stephen Murche, trans. Cambridge: Polity Press.
- THOMAS, Clive Y.
(1984). "The Rise of the Authoritarian State in Peripheral Societies". *New York: Monthly Review Press*.
- TOUSIGNANT, Noémi.
(2018). *Edges of Exposure: Toxicology and the Problem of Capacity in Postcolonial Senegal*. Durham: Duke University Press.
- VAN LEDDEN, Mathijs *et al.*
(2009). "Extreme Wave Event along the Guyana Coastline in October 2005". *Continental Shelf Research*. vol.29, n.1: 352–61.
- VAUGHN, Sarah E.
(2021). "Ecotourism's Ethics: Self-Organization and Care in Urban Guyana". *Environment and Planning E: Nature and Space*. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/25148486211018566>.
Acesso em: 5 dez. 2021.
(2022). *Engineering Vulnerability: In Pursuit of Climate Adaptation*. Durham: Duke University Press.
- VERBEEK, Peter.
(2005). "Artifacts and Attachments: A Post-Script Philosophy of Mediation". In Hans Habers (ed.). *Inside the Politics of Technology: Agency and Normativity in the Co-Production of Technology and Society*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 125–46.
- WESSELINK, Anna J. *et al.*
(2007). "Dutch Dealings with the Delta". *Nature and Culture*. vol.2, n.2: 188–209.
- WILLIAMS, Dennis.
(2003). *Prehistoric Guiana*. Kingston: Ian Randle.
- WORSTER, Donald.
(2011). "The Flow of Empire: Comparing Water Control in China and the United States". *RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society*. n.5: 1–23.

Tradução: João Vítor Velame (Doutorando, PPCIS/UERJ)
Revisão técnica: Marcelo Moura Mello (UFBA) e Rodrigo C. Bulamah (UERJ)

Recebido em
outubro de 2025

Aprovado em
novembro de 2025