

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS - CCJE
FACULDADE NACIONAL DE DIREITO - FND

VAI UM MERGULHO?
RECUPERANDO A BAÍA DE GUANABARA COM CRÉDITOS DE CARBONO

BERNARDO TENÓRIO BENCHIMOL DEL CAMPO FEINSTEIN

RIO DE JANEIRO
2024

BERNARDO TENÓRIO BENCHIMOL DEL CAMPO FEINSTEIN

VAI UM MERGULHO?

RECUPERANDO A BAÍA DE GUANABARA COM CRÉDITOS DE CARBONO

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito.

Orientador: Prof. DANIEL BRAGA LOURENÇO

RIO DE JANEIRO
2024

CIP - Catalogação na Publicação

F299v Feinstein, Bernardo Tenório Benchimol Del Campo
Vai um mergulho? Recuperando a Baía de Guanabara
com créditos de carbono / Bernardo Tenório Benchimol
Del Campo Feinstein. -- Rio de Janeiro, 2024.
81 f.

Orientador: Daniel Braga Lourenço.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade
Nacional de Direito, Bacharel em Direito, 2024.

1. Baía de Guanabara. 2. Créditos de Carbono. 3.
Mercado de Carbono. 4. Rio de Janeiro. I. Braga
Lourenço, Daniel, orient. II. Título.

BERNARDO TENÓRIO BENCHIMOL DEL CAMPO FEINSTEIN

VAI UM MERGULHO?
RECUPERANDO A BAÍA DE GUANABARA COM CRÉDITOS DE CARBONO

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito.

Orientador: Prof. DANIEL BRAGA LOURENÇO

Data de Aprovação: 21/06/2024

Banca Examinadora:

DANIEL B. LOURENÇO

Orientador: Daniel Braga Lourenço

Suzane Girondi Culau Merlo

Banca: Suzane Girondi Culau Merlo

RIO DE JANEIRO
2024

Voici mon secret. Il est très simple: on ne voit bien qu'avec le cœur. L'essentiel est invisible pour les yeux.

Eis o meu segredo. É muito simples: só se vê bem com o coração. O essencial é invisível para os olhos.
- Raposa

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a todos que tornaram este trabalho possível, ao participarem da minha trajetória acadêmico-profissional-biográfica-espiritual-etc, a quem eu dedico essas tantas páginas.

À minha família, em ordem de altura: Brownie (felicidade peluda que tem nome de príncipe¹, três pernas e que agora late todo dia às 08 da manhã), Ana Paula (Fofa), Paola (Mamãe), Sofia (Soso), Carolina (Caká) e Marcos (Papai).

Aos meus tios e tias, padrinhos e madrinhas.

Ao pessoal da FND: Marlon e Marven (minha dupla sertaneja favorita), Nick (simplesmente imparável), Isa (not really otaku), Leandron (um santo benevolente), e tantos outros que dividiram a sala de aula conosco.

Ao pessoal da PUC e da Patotinha HC. Ao Lucas e Perissé, cujos caminhos felizmente ainda se entrelaçam com os meus.

À mesa de ping-pong da FND, oásis da faculdade, recanto de sanidade e provedora de novos amigos: Roberto (que definitivamente joga melhor que eu), Fred e os outros Pong Masters.

Ao Professor Daniel Braga Lourenço, pelas valiosas orientações ao longo deste trabalho (e por me convencer a virar vegano por duas semanas inteiras).

Ao time Graça Couto, ao NIMA e ao Professor Fernando Walcacer, pelas vivências em Direito Ambiental. À Fernanda Futuro, pelos papos sobre árvores (enquanto sob árvores).

E à Baía de Guanabara, por ser palco também das minhas histórias.

¹ Sir Brownielot Lance Costa da Silva Tenório Benchimol Del Campo Feinstein II.

RESUMO

Este trabalho examina a viabilidade e os potenciais benefícios da implementação de iniciativas de créditos de carbono ao redor da Baía de Guanabara, focando nos seus possíveis impactos ambientais, sociais, culturais e econômicos. Partindo de uma revisão do histórico de degradação da baía, o estudo explora como os mercados de créditos de carbono, que precificam as emissões de gases de efeito estufa, poderiam auxiliar na recuperação do bioma. As principais conclusões apontam que: (i) projetos de reflorestamento e desmatamento evitado nas áreas remanescentes da Mata Atlântica ao redor da baía demonstram viabilidade econômica, benefícios climáticos locais e ganhos de segurança hídrica; (ii) práticas agrícolas sustentáveis podem gerar créditos de carbono, melhorando a qualidade do solo, proporcionando benefícios econômicos para pequenos agricultores e incentivando maior segurança alimentar; (iii) projetos urbanos de créditos de carbono, como plantio de árvores e reutilização de resíduos, podem diminuir os dejetos lançados na baía, melhorar a qualidade do ar e das águas e o bem-estar dos moradores da região; e (iv) a restauração de manguezais, vitais para a resiliência ecológica e climática da baía, poderia ser catalisada por meio de projetos de créditos de carbono. Assim integrar projetos de créditos de carbono com os esforços públicos e privados já existentes poderia contribuir com a recuperação ambiental da Baía de Guanabara.

Palavras chave: Mercado de Carbono, Créditos de Carbono, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.

ABSTRACT

This study examines the feasibility and the potential benefits of implementing carbon credit initiatives at Guanabara Bay, in Rio de Janeiro, focusing on their possible environmental, social, cultural, and economic impacts. Starting with a review of the bay's history of degradation, the study explores how the carbon markets and carbon credits – which precify the emission of greenhouse gases – could add to the restoration effort of the Guanabara biome. The main conclusions are as follows: (i) reforestation projects and “avoided deforestation” (REDD) in the remaining areas of the Atlantic Forest around the bay demonstrate economic viability and lead to local climate benefits and gains in water security; (ii) sustainable agricultural practices can generate carbon credits while improving soil quality, providing economic benefits to small farmers, and encouraging greater food security; (iii) urban carbon credit projects, such as tree planting and waste reuse, can reduce waste dumped in the bay, improve air and water quality in the cities, and enhance the well-being of local residents; and (iv) the restoration of mangroves, which are crucial for the ecological and climate resilience of the bay, could be catalyzed through carbon credit projects. Therefore, integrating carbon credit projects with existing public and private efforts could contribute to the environmental recovery of the Guanabara Bay.

Key words: Carbon Markets, Carbon credits, Guanabara Bay, Rio de Janeiro.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 8 |
| CAPÍTULO I – A Baía de Guanabara | 10 |
| I.a – Evolução histórica e retrocessos ambientais | 10 |
| I.b – As “soluções” estatais e a aposta na privatização: o caso do esgoto | 14 |
| CAPÍTULO II – O mercado de carbono como vetor de transformação | 18 |
| II.a – Mas afinal, o que é o mercado de carbono, e qual a sua origem? | 18 |
| II.b – A crise do voluntário | 22 |
| II.c – A promessa do regulado | 29 |
| II.d – Os contextos legais: normas brasileiras, diretrizes fluminenses e compromissos cariocas | 39 |
| CAPÍTULO III – Mercado de carbono & Baía de Guanabara: dá <i>match</i>? | 43 |
| III.a – Mudanças climáticas e Guanabaras distópicas | 43 |
| III.b – Baía econômica: setores, agentes e os mercados de carbono | 47 |
| CAPÍTULO IV – Guanabara <i>powerhouse</i>: projetos de carbono na Baía | 53 |
| IV.a – Créditos para reflorestamento | 54 |
| IV.b – SAF é pop, SAF é tech, SAF é tudo | 58 |
| IV.c – O potencial de um bioma urbanizado | 61 |
| IV.d – O renascer da baía passa pelo mangue | 63 |
| CONCLUSÃO | 67 |
| ANEXO I | 71 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |

INTRODUÇÃO

O que vem à mente quando se imagina uma cidade do futuro? Carros voadores, prédios cobertos por painéis solares e jardins verticais, horizontais e enviesados? Ou somente uma cidade limpa, sem lixo na rua, sem buracos na calçada, com rampas de acesso para cadeirantes e transportes públicos que efetivamente funcionam? O futuro, por definição, é incerto, e quanto mais longe alçamos o olhar, mais ele comporta toda sorte de visão, sonho ou pesadelo, promessa de utopia ou aviso de catástrofe.

No Rio de Janeiro (aqui compreendido como a cidade-capital e sua região metropolitana), nosso horizonte de um futuro mais igualitário e sustentável passa, necessariamente, pela saúde dos meios bióticos e abióticos que nos cercam – a Baía de Guanabara, seus rios, os morros e florestas que pontilham o cenário urbano – e uma relação simbiótica da cidade (e dos cidadãos) com esse mesmo meio ambiente.

Ondas de calor, deslizamentos e alagamentos, por exemplo, que já fazem parte do cotidiano de boa parcela da população carioca e fluminense, serão todos potencializados com a crise climática – sendo que os piores efeitos sempre atingirão os mais vulneráveis, moradores de áreas de risco, periféricos. Tudo isso enquanto a Baía de Guanabara, núcleo da cidade (e outrora, do Brasil), se afoga em rios de esgoto, lixo e descaso.

O cenário atual é preocupante.

Mas, também não deixa de ter suas promessas.

Afinal, não é a “desurbanização”, e muito menos um regresso (saudosista) aos campos bucólicos do passado (se é que eles existiram), que irão ajudar a resolver os problemas presentes e futuros da região. As cidades estão aqui para ficar – e a tendência global, inclusive, é de que elas continuem crescendo. Logo, a solução adequada reside na transformação da maneira em que pensamos o próprio crescimento e na forma em que vislumbramos o desenvolvimento sustentável.

E, dentre os instrumentos da tão almejada “economia verde” que começa a ser desenhada ao redor do globo, um dos mais interessantes são os créditos de carbono. Pensados como uma forma de incentivar e catalisar meios de produção menos poluentes e com menor impacto climático, os créditos (e seus mercados associados) vêm ganhando cada vez mais tração e destaque nos últimos anos.

Por isso, o presente trabalho buscou compreender se seria possível traçar uma relação entre os créditos de carbono e a recuperação ambiental da Região Metropolitana do Rio. Para tanto, a Baía de Guanabara foi adotada como ponto focal do estudo, diante da sua importância

histórica, econômica, política, social e simbólica para a região. A pesquisa, portanto, visou analisar (i) a viabilidade de implementar diferentes iniciativas de geração de créditos de carbono no entorno da Baía de Guanabara e (ii) quais seriam os potenciais benefícios ambientais e socioeconômicos de tais projetos para o bioma e seus habitantes (humanos e não-humanos).

A metodologia utilizada para cumprir este objetivo de pesquisa envolveu uma abordagem multidisciplinar que combinou a revisão de literatura especializada, análise de documentos, legislação e dados relevantes sobre a Baía de Guanabara e sobre créditos de carbono, bem como a consulta a fontes jornalísticas atualizadas sobre os temas.

Desta forma, foi possível explorar de forma abrangente e aprofundada as possíveis relações entre os mercados de carbono e a recuperação da Baía de Guanabara, questão essencial para todos que vivem nas suas redondezas. Afinal, de “Rio” só temos o nome: o coração da cidade mesmo é a Baía.

CAPÍTULO I – A Baía de Guanabara

I.a – Evolução histórica e retrocessos ambientais

Como era o Rio de Janeiro antes da chegada dos europeus? Mesmo com todo o concreto ocupando as áreas que antes pertenciam às florestas e aos mangues, mesmo com toda a poluição boiando nas águas, mesmo com toda a violência e a desigualdade que marcam o dia a dia da cidade, o panorama da Baía de Guanabara ainda é um dos cartões postais do Brasil. Se hoje, com todos esses problemas, “o Rio de Janeiro continua lindo”², antes dos portugueses então... era o paraíso na terra:

A baía atual não se compara àquela de águas límpidas, contornada e adornada por pequenas enseadas, praias e manguezais, tendo como fundo a densa floresta tropical: uma visão de paraíso extasiante para os navegantes portugueses que a contemplaram pela primeira vez. (...) Um imponente maciço montanhoso coberto por densa floresta tropical dominava a paisagem, tocando, em suas fraldas, o oceano Atlântico. Entre o mar e o maciço afloravam, aqui e ali, pequenas colinas rodeadas de pântanos, lagoas e manguezais. Árvores gigantescas, orquídeas, borboletas imensas e muita água: no mar, na baía, nas lagoas, nos rios e nas cachoeiras. (...) Os primeiros relatos escritos pelos viajantes que aqui aportaram no século XVI descrevem, numa linguagem geralmente superlativa, o ambiente paradisíaco da natureza que se estendia ao longo de toda a costa brasileira, onde vivia, na mais perfeita sintonia com o meio ambiente, uma população indígena bastante homogênea em termos linguísticos e culturais: era a grande nação tupi-guarani. (...) Passados pouco mais de cinco séculos, desapareceram os cardumes de baleias e botos que ali deslizavam mansamente. Das tribos indígenas que viviam às suas margens, restaram os relatos, uns poucos sambaquis e a nomeação primitiva da língua tupi-guarani que continua a identificar os acidentes geográficos e lugares em suas margens, a começar por seu próprio nome, Guanabara, ou seio do mar. (PINHEIRO, 2015)

Contudo, a “marcha civilizatória” portuguesa foi inexorável. As belezas naturais que (literalmente) transbordavam das terras, das águas e dos céus foram, ao longo dos anos, cedendo espaço à urbanização – caótica, predatória, colonial e desordenada³ – da metrópole que se formava.

Na Baía de Guanabara, os séculos XVI e XVII foram marcados pelo desmatamento, pelo extrativismo e pelas grandes monoculturas de cana-de açúcar. No século XVIII, com o ciclo da mineração (em que a produção de Minas Gerais era escoada pelo porto do Rio) e a transformação do Rio na capital da colônia, grandes áreas da baía começaram a ser aterradas – da Glória à Gamboa, o litoral carioca já estava inteiramente ocupado (ALENCAR, 2021). Nesse ínterim, enquanto a população portuguesa no entorno da baía crescia devagar,

² Verso famoso da música “Aquele Abraço”, de Gilberto Gil.

³ Os europeus agiam “como se os recursos naturais fossem infinitos e toda aquela abundância, eterna” (PINHEIRO, 2023).

aumentava, vertiginosamente, a população formada pelos negros escravizados trazidos da África (PINHEIRO, 2015)⁴.

Já no século XIX, a chegada da Família Real, a abertura dos portos ao comércio internacional e o início do ciclo do café ditaram um novo ritmo à baía e à cidade. Segundo Emanuel Alencar⁵, “a população do Rio era de cerca de 50 mil em fins do século XVIII, ascendeu a 150 mil no advento de Pedro II, a mais de 500 mil no fim do seu reinado e a quase 700 mil já no início do século XX” (2021). Esse crescimento (explosivo) ocorreu, primeiro, por conta da paulatina proibição da escravidão (que criou um enorme contingente humano “dispensável” nas regiões rurais) e, depois, por conta dos incentivos à imigração europeia, atrelada à crescente industrialização do país. As cidades, contudo, estavam completamente despreparadas para abrigar esse fluxo contínuo de pessoas que buscavam novas oportunidades de trabalho no ambiente urbano (PINHEIRO, 2015).

No Rio, esgoto de bairros cada vez mais densos e efluentes da nova indústria carioca – tudo ia parar na baía, sem qualquer tipo de tratamento (ALENCAR, 2021). No Brasil, “as cidades, sobretudo as maiores, se viram ocupadas por imensos bolsões de pobreza; os novos habitantes, na falta de alternativas, passaram a ocupar as áreas consideradas de risco e/ou insalubres, tais como encostas instáveis, margens de rios e zonas inundáveis” (PINHEIRO, 2015).

Então, acompanhando a tendência histórica de degradações ambientais, o século XX foi marcado pelas maiores intervenções no contorno da baía, impulsionadas pela intensificação da urbanização e industrialização em níveis nacionais⁶. Foi a “era dos megaprojetos”:

No início do século XX, o presidente Rodrigues Alves (mandato de 1902 a 1906) comandou a maior transformação geográfica da baía, com o aterramento de uma área de 5 km², o equivalente a cinco áreas do Parque do Flamengo. A região central da cidade ganharia um moderno porto (inaugurado em 1910), novas vias expressas e muito concreto no lugar de brejos e áreas alagadas. Os contornos da Guanabara seriam alterados profundamente, assumindo as formas que podemos observar atualmente. (...) A abertura da Avenida Brasil, em 1946, ligando o Centro do Rio aos subúrbios, reflete a consolidação do ideal de progresso por meio do rodoviarismo. O Aeroporto Santos Dumont (1936) e a Cidade Universitária, formada pelo aterro de oito ilhas menores de 1949 a 1952. (1952) também são expressões desse período. É dessa época também o Aterro do Flamengo (1965), uma das principais áreas de lazer da cidade, abrangendo

⁴ No Rio, até o final do século XIX, os residentes de origem africana ultrapassavam em muito os de origem europeia. Afinal, a Baía de Guanabara, em quase quatro séculos de escravidão, recebeu, sozinha, cerca de 20% de todos os africanos escravizados que chegaram vivos às Américas (ALENCAR, 2021).

⁵ Jornalista, autor do livro “Baía de Guanabara: Descaso e Resistência” e atual assessor de Sustentabilidade e Transparência da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro (SMAC).

⁶ Ao longo do século passado, o país adotou definitivamente o modelo industrial de crescimento em detrimento do desenvolvimento agrícola, invertendo a relação campo-cidade, com predominância da população urbana sobre a rural (ALENCAR, 2021). Assim, a taxa de urbanização do Brasil evoluiu de 31,2% em 1940 para 75% em 1990 (AMADOR, 2013).

1,2 milhão de metros quadrados. O Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (Tom Jobim), na Ilha do Governador, surge em 1977 (ALENCAR, 2021).

Outras intervenções, como a construção da Refinaria Duque de Caxias (Reduc, inaugurada em 1961), o Curtume Carioca e a Eletroquímica Pan-Americana, além de portos, terminais marítimos e uma infinidade de fábricas de pequeno porte alçaram a Baía de Guanabara a uma das principais localidades de produção industrial (e arrecadação de impostos) do Brasil moderno. A população no entorno da baía saltou de pouco mais de 1 milhão de habitantes no início do século para os cerca de 10 milhões de moradores atuais (CBH BAÍA DE GUANABARA, 2021).

Mudanças tão drásticas não poderiam ter vindo desacompanhadas de graves passivos ambientais. A poluição industrial, que (felizmente) atingiu seu auge na década de 70 (antes da criação da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema) em 1975), hoje é mais controlada. Mesmo assim, existem cerca de 14mil empresas e indústrias localizadas na bacia hidrográfica da Guanabara, que ainda despejam toneladas e toneladas de resíduos poluentes e metais pesados em suas águas todos os dias (ALENCAR, 2021).

Incrivelmente (e infelizmente), o passivo industrial não é o pior dos males da baía – “consultores calculam que a poluição industrial represente apenas 15% do total dos poluentes despejados no ecossistema marinho; o grosso (85%) estaria relacionado à falta de tratamento dos esgotos domésticos (...). São 18.000 litros de esgoto não tratado por segundo despejados nela diariamente” (ALENCAR, 2021)⁷. Quanto ao lixo, estudos demonstram que cerca de 90 toneladas de plástico vão parar na baía todo dia (ALENCAR, 2021)⁸.



Flagra de um pedaço de lixo pendurado na cauda de um golfinho (COIMBRA, 2016).

⁷ Além disso, ainda não existem estações de tratamento de esgoto terciário, “que promovam a retirada de compostos como nitrogênio e fósforo; eles podem potencializar, isoladamente e/ou em conjunto, a eutrofização das águas receptoras, acumulando nelas matéria orgânica em decomposição, o que gera intoxicação nos animais marinhos” (ALENCAR, 2021).

⁸ “Esses números refletem o quarto lugar do Brasil como maior produtor de lixo plástico no mundo; são 11,3 milhões de toneladas por ano” (ALENCAR, 2021).

Por fim, como exposto por Alencar, uma boa fonte para mensurar os efeitos da urbanização na baía é a destruição de seus bosques de manguezais: “até 1500, quando os colonizadores chegaram à região, os manguezais ocupavam uma superfície aproximada de 261,9 km² da orla, da faixa da foz do Rio Berquó⁹, no bairro da Zona Sul carioca de Botafogo, à Lagoa de Itaipu, na Região Oceânica de Niterói. Hoje, a área remanescente é de 81,1 km², sendo que 95% desse território está dentro dos limites da APA de Guapi-Mirim” (2021).

Com esse histórico de degradação em mente, a tabela abaixo sintetiza os principais passivos ambientais da Baía de Guanabara:

| Passivos ambientais | Porquê isso é um problema |
|---|---|
| Supressão da cobertura vegetal de matas ciliares e manguezais ¹⁰ | Perda da biodiversidade, assoreamento dos rios e da baía (que leva à redução do seu espelho d'água), e piora da qualidade das águas, uma vez que a vegetação atua como filtro natural e depurador de poluentes. |
| Falta de resiliência climática | Com o aquecimento global previsto em 1,5°C a 2°C até o final do século, aumenta-se exponencialmente o risco de inundações no entorno da baía. Estudos apontam que, somados os riscos sociais, naturais e tecnológicos, a taxa de exposição populacional na Baía de Guanabara é de 78%, a maior do país (ALENCAR, 2021) ¹¹ . |
| Embarcações abandonadas | A baía virou um cemitério de embarcações, com cerca de 78 navios abandonados em 2021. De cargueiros petroleiros à barcos de pesca, esses navios representam, além de um óbice à navegabilidade da baía, um enorme risco de contaminação e poluição (decorrente da degradação de seus cascos e do vazamento de óleos e outras cargas tóxicas) ^{12 13} . |

⁹ Um dos 22 rios da capital que foram aterrados, esquecidos e relegados às galerias subterrâneas. O Berquó, que nasce cristalino no Humaitá, passa por baixo do Cemitério São João Batista e desagua puro esgoto na praia de botafogo (O GLOBO, 2012).

¹⁰ É interessante notar que desde que os portugueses pisaram aqui, eles tinham planos de dominar a natureza e acabar com os manguezais, locais tidos como "sujos" e repletos de doenças. Em 1811, por exemplo, o Príncipe Regente, em uma determinação que isentava de impostos uma nova ocupação na cidade, fez menção de que os "enxugamentos e aterros das áreas pantanosas seriam de utilidade por trazerem benesses à saúde pública" (ALENCAR, 2021).

¹¹ “O relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, publicado em 2017, mostra que cerca de oito milhões de pessoas podem ser afetadas em toda a América do Sul atlântica até o ano de 2100 se houver um aumento de dois metros do nível médio do mar. O mesmo documento (...) aponta a porção nordeste da linha de costa da Baía de Guanabara, uma área que abrange os municípios de Guapimirim, Magé, Itaboraí e São Gonçalo, como território extremamente vulnerável.” (ALENCAR, 2021).

¹² Em 2015, por exemplo, o INEA gastou R\$ 3 milhões para estabilizar e lacrar os tanques de um navio cargueiro que tinha encalhado e afundado parcialmente na baía. Em novembro de 2022, o tema voltou à tona quando um navio graneleiro foi levado pelo vento e bateu na Ponte Rio-Niterói. Em resposta ao incidente, o Governo do RJ se comprometeu a retirar todas as embarcações à deriva até o final deste ano (O GLOBO, 2023).

¹³ O tema ensejou uma Ação Civil Pública por parte do Ministério Público Federal, após representação do Movimento Baía Viva, na época em que um dos navios abandonados colidiu com a Ponte Rio-Niterói (DIÁRIO DO RIO, 2024).

| Passivos ambientais | Porquê isso é um problema |
|---------------------|--|
| Lixo e lixões | Estima-se que 30% das 296 toneladas de detritos plásticos diariamente produzidas nas cidades do Rio, Caxias, Magé, Guapimirim, Itaboraí, São Gonçalo e Niterói vão parar na Baía ¹⁴ . Os diversos lixões a céu aberto que funcionavam (e que, clandestinamente, continuam funcionando) no entorno da baía ainda hoje despejam litros e litros de chorume em suas águas ¹⁵ . |
| Acidentes | A alta concentração de indústrias petrolíferas na baía equivale a um alto grau de risco de acidentes e vazamentos, como no caso do navio iraquiano Tarik Ibn Ziyad (em março de 1975, seu casco rompeu e foram derramados 6 milhões de litros de óleo no corpo d'água) ou da Petrobras (janeiro de 2000: um duto que saía da Reduc rompeu e levou a um vazamento de 1,3 milhão de litros de óleo combustível na baía, cobrindo 40 km ² (12%) do espelho d'água) (ALENCAR, 2021). |
| Dragagem de portos | A dragagem (<i>i.e.</i> , a remoção dos sedimentos que se acumulam nos portos), é atividade corriqueira nas regiões portuárias da Baía. Na última década, foi movimentado um volume estimado de quatro estádios do Maracanã lotados de lama e de areia contaminada por metais pesados (oriundo dos portos do Rio, de Niterói e da Praia da Beira, em São Gonçalo) na entrada da Baía de Guanabara, poluindo as praias de Niterói e impedindo a pesca e as atividades de mergulho (ALENCAR, 2021). |
| Esgoto | Somente 24,18% dos esgotos domésticos na bacia hidrográfica da Guanabara são tratados (ALENCAR, 2021). O restante dos cerca de 5 milhões de litros de esgoto produzidos diariamente são despejados nos rios e na baía sem nenhum tipo de tratamento (G1 RIO, 2022). |

(Tabela de elaboração própria).

I.b – As “soluções” estatais e a aposta na privatização: o caso do esgoto

Diante desse cenário, não é exagero afirmar que a saúde da Baía de Guanabara se encontra em estado grave. As suas artérias estão entupidas com lixo e transbordam esgoto; o pouco que sobrou da sua fauna e flora encara o risco contínuo e iminente de aniquilação. Infelizmente, o médico que vem tratando da baía – o poder público – seja por descaso ou por simples incompetência, não conseguiu amenizar o sofrimento do paciente.

As questões do esgotamento (não)sanitário e do descarte inadequado de lixo são emblemáticas para explicar a crise política-ambiental fluminense (e, em certa medida, brasileira). O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) (financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em conjunto com o Banco de Fomento

¹⁴ Volume muito superior à capacidade de coleta de ecobarreiras e dos ecobarcos, que objetivam a captura dos resíduos na foz dos rios, antes que os dejetos cheguem à Guanabara. Tais projetos paliativos não chegam a captar nem 10% do total do lixo flutuante que chega à baía (ALENCAR, 2021).

¹⁵ Segundo o Movimento Baía Viva, três milhões de litros de chorume são despejados por dia na Baía de Guanabara (DIÁRIO DO RIO, 2023).

Japonês) é um exemplo (tristemente cômico) do “trágico enredo das obras públicas no Brasil”:

que conjuga promessas fantásticas, execução píflia, licitações fraudulentas, inúmeros adiamentos e desfecho melancólico (...). Nos últimos 26 anos foram injetados US\$ 1,2 bilhão na recuperação do ecossistema pelo Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), que visava melhorar acentuadamente o aspecto de suas águas. (...) De um jeito ou de outro, o fato é que o programa jamais foi concluído, após atravessar sete governos estaduais sem resultados significativos na melhoria da qualidade ambiental da baía. (...) Foi como se uma portentosa residência fosse erguida, mas sem os alicerces de sustentação: faltou a contrapartida estadual, que iria para a instalação das redes de esgoto. A conclusão da primeira etapa do PDBG foi fixada em 1999, mas sofreu pelo menos cinco adiamentos. Seis anos depois, o programa era encerrado, num desfecho melancólico para o Rio, alvo ainda hoje de duras críticas do banco de fomento japonês. Ao fim dos contratos, foi classificado como “pouco efetivo”, “insatisfatório”, “pouco relevante” e “pouco provável” pelo próprio BID (ALENCAR, 2021).

Em 2011, o PDBG virou o PSAM (Programa de Saneamento Ambiental dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara) e, com o anúncio das Olimpíadas que seriam sediadas no Rio em 2016, o Governador da época (Sérgio Cabral) conseguiu captar novo financiamento do BID. Na ocasião, estabeleceu-se a meta de despoluir 80% da Baía até os jogos olímpicos. Em março de 2015, o Governador da época (Pezão) informou que a meta não seria alcançada a tempo (ALENCAR, 2021).

Assim, o PDBG/PSAM conseguiu, com 1,2 bilhão de dólares gastos, atravessar sete governos estaduais sem trazer qualquer tipo de melhora significativa na qualidade ambiental da baía. Falta de vontade política, desvio de verbas, obras superfaturadas¹⁶, inexistência de comunicação com a sociedade civil e universidades¹⁷, sem contar com a total ausência de cooperação dos diversos níveis administrativos responsáveis, levaram ao estado calamitoso atual. Afinal, as estações de tratamento de esgoto foram sim construídas, “mas não foram construídas as redes de coleta que deveriam ter ligado as estações aos sistemas sanitários, nem aumentou-se o nível de saneamento básico nos municípios¹⁸. (...) Falar em despoluição da

¹⁶ “Em 2003, o PDBG foi foco de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. A CPI chegou a uma série de malfeitos, para usarmos um termo bastante recorrente: concluiu que houve contrato de empresas sem licitação; paralisação de obras sem término; atrasos na conclusão de troncos coletores e redes; superfaturamento em notas de mão de obra; erro em emissão de notas, entre outros” (ALENCAR, 2021).

¹⁷ A recuperação da Baía de Chesapeake, nos EUA, surgiu a partir da iniciativa da sociedade civil e das universidades locais, por exemplo. Além disso, não faz sentido construir estações de tratamento de rios quando não há educação ambiental, coleta seletiva e reciclagem do lixo, principalmente nas comunidades carentes (onde a maioria dos rejeitos vai parar nos rios)..

¹⁸ Atualmente, a capacidade instalada de tratamento de esgoto na bacia hidrográfica da Guanabara é de cerca de 14 mil litros por segundo. Desse total, sem as redes ligando as residências às estações de tratamento (ETEs), somente 5 mil litros são efetivamente tratados (ALENCAR, 2021).

Guanabara quando mais de 1,6 milhão de moradias no Rio de Janeiro sequer são abastecidas por redes de esgoto é peça de ficção. Ou desonestidade” (ALENCAR, 2021)¹⁹.

O arquiteto Manuel Sanches, que trabalhou no Grupo Executivo da Despoluição da Baía de Guanabara (Gedeg) do governo Brizola (quando o PDBG foi lançado), argumentou que “o problema não foi o programa em si. Foram os gestores e políticos que não deram a ele prioridade. Não tiveram competência e interesse em gastar um dinheiro que era totalmente recuperável. Não houve vontade política de fazer, ou porque o programa estava vinculado a um político anterior, ou porque não renderia votos” (ALENCAR, 2021). De fato, segundo o estudo “Benefícios econômicos da expansão do saneamento à sociedade dos municípios da Baía de Guanabara”, divulgado em 2014 pelo Instituto Trata Brasil, a universalização dos serviços de água tratada e a coleta de esgotos nos municípios em torno da Baía de Guanabara poderiam representar um ganho econômico de até R\$ 13,8 bilhões em 30 anos (ALENCAR, 2021). Nas palavras do Prefeito de Niterói, Axel Grael:

Uma baía despoluída muda a economia, a geografia e até o cotidiano das pessoas. Imagina a Praia de Mauá, Praia da Luz, Ilha do Governador e outras áreas despoluídas e devolvidas à população com melhores condições de balneabilidade. Imagine a mudança no lazer, no turismo, na valorização dessas áreas, no resgate da autoestima da população dessas áreas. Claro que isso não se fará apenas com ações ambientais e de saneamento, mas também com investimentos sociais, urbanos. Mas uma coisa potencializará as outras. Precisamos nos preparar para uma corrida de fundos e não para uma prova de cem metros. Portanto, a governança e o estabelecimento de metas a longo prazo (ALENCAR, 2021).

De qualquer maneira, o fato é que o estado do RJ passou a “batata quente” da questão sanitária para a iniciativa privada. Em Niterói, por exemplo, a privatização dos sistemas de água e esgoto ocorreu em 1999 e, em 2020, a cidade alcançou o 18º lugar no ranking de saneamento nos 100 maiores municípios do Brasil, divulgado pelo Instituto Trata Brasil. O Rio de Janeiro ficou em 52º (ALENCAR, 2021).

Na capital fluminense, a corrida pela privatização começou em 2012, quando a responsabilidade pela coleta e tratamento de esgoto da AP-5 (Área de Planejamento 5, compreendendo 21 bairros da Zona Oeste) passou da Cedae aos empresários. Então, com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (sancionado em julho de 2020 no governo Bolsonaro) e a abertura do setor à iniciativa privada, foi publicado um dos maiores editais de concessão de serviços públicos da história do país. O valor obtido no leilão foi de R\$ 22,7 bilhões, com mais 30 bilhões de reais em investimentos previstos até 2033, que é o prazo

¹⁹ Segundo o engenheiro sanitário Adacto Otoni, “a única forma efetiva de despoluir a Baía de Guanabara é despoluir os rios que drenam suas águas para a Baía de Guanabara. Após a redução da carga de esgotos, lixo e sedimentos, seria importante realizar uma dragagem de grande parte do lodo de esgotos, dos sedimentos e do lixo existente no fundo desses rios” (ALENCAR, 2021).

estabelecido para a universalização²⁰ do sistema de saneamento em todo o estado (REIS et al, 2023)²¹. No primeiro ano do contrato de concessão, as empresas já desembolsaram cerca de R\$ 1 bilhão na recuperação de estruturas existentes que não estavam em pleno funcionamento (como elevatórias e coletores de esgoto entupidos), na construção de novas ligações e na ampliação da rede (FOLHA DE S. PAULO, 2023). Como dito por Emanuel Alencar, se tais aportes serão suficientes para reverter o atual cenário de degradação ambiental, “apenas o tempo dirá” (2021).

²⁰ Conforme o Novo Marco Legal, nos contratos de concessão de serviços de saneamento, as concessionárias se comprometem com a “universalização”: até 2033, 99% da população da área concedida deve ter acesso a água potável e 90% à coleta e tratamento de esgoto (BARELLA, 2023).

²¹ Não foi só a crise da geosmina, em 2020 e 2021, e a insatisfação da população com os sistemas de tratamento, fornecimento e saneamento da água que levou ao leilão Cedae. Quando o estado do RJ decretou “Estado de Calamidade Pública Financeira” em 2017, a CEDAE foi dada como garantia do Plano de Recuperação Fiscal firmado entre o governo do estado e a União – assim, o saldo obtido no edital foi usado, em parte, para pagar uma dívida de cerca de R\$ 4 bilhões ao governo federal (REIS, et al, 2023). Na época, dos 4 blocos ofertados, nenhuma empresa arrematou o bloco 3, composto por municípios da Zona Oeste do estado tomados pela milícia.

CAPÍTULO II – O mercado de carbono como vetor de transformação

É verdade: a falta de saneamento adequado é um dos principais problemas ambientais associados à Baía de Guanabara, e sua correção agora depende, primordialmente, da eficácia das privatizações que ocorreram no setor e da promessa de universalização de tratamento de água no estado. Mesmo assim, existem outros mecanismos que também poderiam ter um impacto altamente positivo nas dinâmicas da Baía, tanto no âmbito ecológico quanto no âmbito social, e que poderiam ser somados aos esforços públicos e privados que vêm sendo empreendidos na recuperação do bioma urbano.

Dentre eles, está o mercado de créditos de carbono, que será analisado com vistas a descobrir o seu potencial de transformação da Baía de Guanabara e o seu papel na criação de uma metrópole mais limpa e sustentável.

II.a – Mas afinal, o que é o mercado de carbono, e qual a sua origem?

O mercado de carbono constitui uma das duas principais formas de precificar as *externalidades negativas* geradas por atividades econômicas que liberam gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera²². Por meio de dinâmicas de mercado, estipula-se um preço para os chamados créditos de carbono (que representam uma tonelada de CO₂ equivalente²³ que foi removida ou que deixou de ser emitida na atmosfera). Determinados atores econômicos, então, compram e negociam estes créditos – e, ao comprá-los, *internalizam* os custos das suas emissões de GEEs – seja por obrigação legal (mercado regulado) ou por “livre e espontânea pressão” (mercado voluntário).

Assim, funcionando como uma ferramenta de transição da economia atual para um modelo mais ecologicamente sustentável, os mercados de carbono (no plural, pois existem vários sistemas diferentes pelo mundo, a depender da região ou país que se está analisando²⁴)

²² A outra forma de precificação, muito utilizada nos países desenvolvidos, é a da taxa direta sobre a emissão de GEEs. Nesse caso, os governos definem uma taxa a ser paga para cada tonelada de CO₂ equivalente produzida por uma empresa. A Suécia, por exemplo, cobra o preço mais caro do mundo pelas emissões: são 117 euros por tonelada de CO₂ (TAX FOUNDATION, 2022). Outro exemplo interessante: a iniciativa da União Europeia de criar um imposto de importação () sobre produtos de emissão intensiva de carbono (como cimento, ferro, fertilizantes e eletricidade), quase que “exportando” seus *standards* regulatórios para mercados estrangeiros (REYNALDS, 2023).

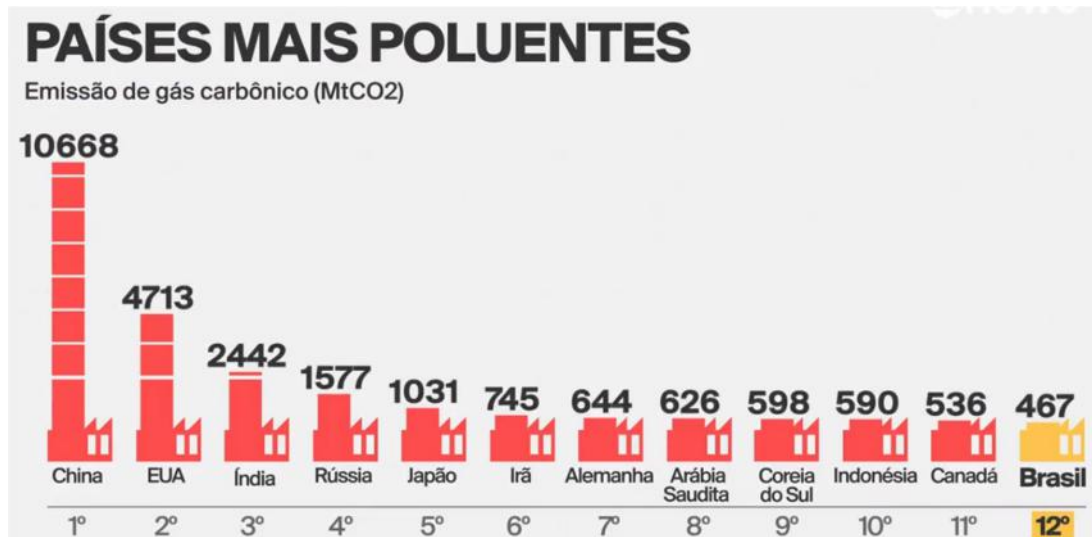
²³ Além do CO₂, há outros gases de efeito estufa, como o metano e o óxido nitroso. Por uma questão de padronização, eles são todos medidos em toneladas de carbono equivalente, de acordo com seu potencial de contribuição para o aquecimento global. Uma tonelada de metano, por exemplo, equivale a 21 toneladas de CO₂ quando considerado seu efeito ao longo de 100 anos. Os créditos de carbono também seguem essa padronização (GUIA RESET, 2023).

²⁴ Segundo a *International Carbon Action Partnership* (ICAP), hoje existem 28 mercados de carbono em operação no mundo, cobrindo 17% das emissões globais, além de mais 21 estarem em processo de desenvolvimento, como no caso do mercado regulado brasileiro (GUIMARÃES, 2023).

buscam “direcionar a demanda dos consumidores e investidores para produtos de baixo carbono e estimular investimentos em projetos e tecnologias mais limpas” (GUIA RESET, 2023).

A semente dessa ideia (que levou à implementação dos mercados de carbono) se fixou no solo fértil da comunidade internacional durante a Eco-92, sediada no Rio de Janeiro. Na ocasião, afirmou-se que a maior parte da responsabilidade histórica pela crise climática deveria recair sobre os países ricos e industrializados. Alguns anos depois, a semente germinou e criou raízes: refletindo esse debate de injustiça climática Norte-Sul, em 1997 foi assinado o Protocolo de Kyoto (que só passaria a vigorar em 2005). Pelo protocolo, os países desenvolvidos se comprometeram com metas de redução²⁵ das suas emissões de GEEs e, para cumprir tais metas, eles poderiam comprar créditos dos países em desenvolvimento. Estes créditos, denominados de MDLs (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), tinham metodologias de criação e comercialização definidas pela ONU.

Contudo, o Protocolo de Kyoto se mostrou insuficiente para limitar a crise climática no longo prazo. Além da saída dos EUA em 2011 (seguido pelo Canadá em 2012), o Protocolo não criava incentivos ao desenvolvimento sustentável dos países do Sul global²⁶ (como China, Índia, Irã, Brasil e outros) que, hoje, começam a encabeçar a lista dos principais poluidores globais:



Lista dos países com as maiores emissões de GEEs em 2021, calculadas em MtCO₂ (1 milhão de toneladas de gás-carbônico equivalente) (CARBON ATLAS, 2022).

²⁵ “Sob o tratado, 38 países industrializados se comprometeram a reduzir suas emissões de gases nocivos ao clima em 5,2%, em média, até 2012, em comparação com os níveis de 1990” (DEUTSCHE WELLE, 2020).

²⁶ E, para alguns países do Norte, a meta de 5% de redução era muito baixa. Em 2012, por exemplo, “as emissões dos países industrializados já haviam caído 20% em relação aos níveis de 1990 – cinco vezes a meta de Kyoto para os demais países. A UE reduziu suas emissões em 19%, e a Alemanha, em 23%. No mesmo período, contudo, as emissões globais aumentaram cerca de 38%” (DEUTSCHE WELLE, 2020).

Por isso, em 2015, o Protocolo de Kyoto cedeu lugar ao Acordo de Paris, em que todos os países signatários – desenvolvidos ou não – se comprometeram a “*manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e envidar esforços para limitar esse aumento da temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais*” (Artigo 2.1, Acordo de Paris). Nesse contexto, cada país estipula a sua própria meta de redução de emissão de GEEs, por meio das chamadas NDCs (do inglês, *Nationally Determined Contributions*), que devem ser revisadas e incrementadas periodicamente para garantir a progressividade das medidas de enfrentamento à crise climática²⁷.

E, de forma similar ao que ocorria na vigência do Protocolo de Quioto, quando o mercado regulado internacional previsto no Artigo 6º do Acordo de Paris entrar em vigor²⁸, os países poderão cooperar entre si, negociando créditos de carbono, de modo que as partes compradoras dos créditos possam abater emissões das suas respectivas NDCs²⁹.

Quanto aos créditos em si, a sua precificação varia conforme a localização, o padrão de certificação, a oferta (e demanda) daquele crédito no mercado, a percepção da sua “integridade e qualidade” e, também, conforme o próprio mercado em que os créditos estão sendo comercializados (especialmente no mercado voluntário, descentralizado, onde há pouca visibilidade sobre as cotações).

Assim, por exemplo, grandes compradores de créditos de carbono conseguem negociar por preços mais baratos no mercado voluntário, enquanto que os créditos provenientes de projetos florestais e de SBNs (Soluções Baseadas na Natureza) costumam ter um valor mais elevado, ainda mais quando o desenvolvedor consegue comprovar algum

²⁷ A NDC brasileira estabelece o limite de emissões de “1,32 GtCO₂e (gigatoneladas ou bilhões de toneladas de CO₂ equivalente) para 2025 e 1,20 GtCO₂e para 2030”, equivalendo, respectivamente, a uma redução de 48% e 53% aos níveis de 2005 (POLÍTICA POR INTEIRO, 2023).

²⁸ Atualmente, as negociações de créditos de carbono como meios de compensação das próprias emissões – seja para empresas engajadas em práticas ESG que buscam o net-zero das suas operações, seja para países e governos buscando diminuir a pegada ecológica das suas economias – ainda não estão sendo utilizadas para abatimento das NDCs, pois o respectivo mercado regulado internacional (moderado pela ONU) que controlará estas negociações (entre países, entre países e empresas e, em alguns casos, entre agentes privados) ainda não saiu do papel. Dos instrumentos do Acordo de Paris, o Artigo 6º é o que mais demora a ser concretizado: o consenso quanto ao seu funcionamento somente ocorreu na COP 26, em Glasgow, 6 anos após a assinatura do Acordo (GUIA RESET, 2023). Havia a expectativa, por sua vez, de que a operacionalização do Artigo 6º (e, consequentemente, do mercado global de carbono) fosse finalizada na COP 28; mas, por conta de “divergências sobre integridade, metodologias, autorizações e revogações de transferências das toneladas de carbono, (...) as decisões [sobre a logística fina do mercado foram empurradas] para a COP29, que acontece em Baku, no Azerbaijão – ou além” (TEIXEIRA JR., 2024).

²⁹ Aliás, vale destacar que “diferentemente do que muita gente pensa, o Artigo 6 não cria um mercado de carbono mundial centralizado, uma grande bolsa que vai concentrar as transações de créditos negociados pelas empresas. Só entrarão nas regras do Artigo 6 as compras e vendas de créditos que pretendam ser contabilizadas dentro das NDCs das nações compradoras” (GUIA RESET, 2023).

benefício “extra-climático” atrelado ao projeto, como proteção da biodiversidade ou o desenvolvimento socioeconômico de comunidades locais (GUIA RESET, 2023). Os MDL, por outro lado, continuaram a ser negociados no mercado voluntário após o advento do Acordo de Paris, mas a preços mais baixos que os demais créditos, por terem sido originados a partir de metodologias mais antigas (da época de Kyoto)³⁰.

Além disso, um dos conceitos mais importantes quando se fala em mercado de carbono (e na qualidade e precificação dos respectivos créditos) é o da “adicionalidade”. Segundo o Guia Reset de Créditos de Carbono:

Para emitir um crédito de carbono, ao menos em teoria, não basta um projeto dizer que está reduzindo ou sequestrando carbono da atmosfera. Ele precisa provar que tem um efeito ‘adicional’, ou seja, que provoca um impacto que não existiria na ausência do incentivo dado pelo crédito de carbono. As metodologias das principais certificadoras exigem essa comprovação de adicionalidade. É uma questão complexa e que gera muita controvérsia, mas dá para ilustrar o conceito com um exemplo real. No começo da década passada, os projetos de energia renovável, como eólica e solar, só faziam sentido econômico com a receita vinda dos créditos de carbono. Não fosse essa receita, eles não sairiam do papel. Mas, com o tempo, a tecnologia se aperfeiçoou, ganhou escala e hoje em boa parte do mundo esses projetos são mais competitivos que outros poluentes. Resultado: hoje é bem mais difícil que uma certificadora aceite que uma planta de energia eólica ou solar emita créditos no mercado voluntário, especialmente nos países desenvolvidos (2023).

Por fim, vale a pena dar uma pincelada na “história de vida” de um crédito de carbono, desde a sua concepção até a sua aposentadoria (mesmo com as “histórias” variando conforme as regras seguidas por cada padrão de certificação, existem algumas etapas em comum):

Concepção: o PDD (*Project Design Document*) dá o pontapé inicial no projeto, estimando a quantidade e o período de geração dos créditos de acordo com a metodologia de quantificação adequada à atividade correspondente.

Nascimento: O PDD é submetido à validação, num processo de auditoria independente conduzido por uma empresa credenciada pelo padrão de certificação, que emitirá um relatório ao final da análise. Se o Relatório de Validação é positivo, o projeto pode sair do papel.

Infância e juventude: É gerado um Relatório de Monitoramento com os dados e informações relacionados ao monitoramento das reduções ou remoções de gases de efeito estufa. Cada projeto tem vários períodos de monitoramento sucessivos, que podem variar de 1 a 5 anos cada. O Relatório de Verificação atesta o volume de créditos gerados no período apurado.

Maturidade: Com os relatórios de monitoramento e verificação, o desenvolvedor do projeto poderá pleitear a emissão dos créditos no período. Uma vez emitidos, os créditos recebem um número de série único, que garante a rastreabilidade e evita a contagem duplicada. Eles ficam depositados na conta do desenvolvedor do projeto dentro do ambiente de registro de créditos. Se forem vendidos para outro participante, interessado, por exemplo, no potencial de valorização dos créditos, podem ser transferidos para outras contas existentes dentro do mesmo ambiente.

Aposentadoria: Se os créditos forem efetivamente utilizados para compensação de gases de efeito estufa, são “aposentados” e saem de circulação. (GUIA RESET, 2023).

³⁰ Inclusive, nas discussões da COP21, houve um grande debate acerca da importação dos créditos do MDL para o novo mercado regulado internacional previsto no Artigo 6º do Acordo de Paris. Na ocasião, “ficou decidido que somente serão válidos aqueles apurados entre 2013 e 2020, e eles poderão ser utilizados para o abatimento de NDCs somente até 2030” (GUIA RESET, 2023).

II.b – A crise do voluntário

Como mencionando anteriormente, existem dois tipos de mercados de carbono, com regras, *players* e dinâmicas distintas entre si.

Segundo o didático Guia Reset de Créditos de Carbono:

Nos **mercados regulados**, os governos – nacionais, estaduais ou regionais – determinam metas obrigatórias de redução de emissões, normalmente envolvendo setores específicos da economia. Nesse esquema, conhecido como ‘cap and trade’, é estabelecido um teto para as emissões dos entes regulados. Então, criam-se permissões de emissões compatíveis com esse limite, que são vendidas ou distribuídas gratuitamente. (...) Vamos supor que uma empresa tenha permissão para emitir 100 toneladas de carbono (*cap*). Se ela lançar 110 toneladas na atmosfera, vai ter de comprar permissões para essas 10 toneladas excedentes de outra empresa regulada pelo sistema que tenha emitido menos do que poderia (*trade*). Geralmente, esse teto global de emissões – e a quantidade de permissões – vai sendo reduzida gradualmente. A ideia é que, ao longo do tempo, o preço do carbono suba, de forma que as empresas tenham mais incentivo para reduzir suas emissões internamente do que para comprar permissões no mercado. É muito importante entender que cada mercado regulado é um arranjo fechado, com regras próprias.

Por outro lado, no **mercado voluntário**, as empresas compensam a emissão de CO₂ basicamente por uma questão reputacional – leia-se pressão dos consumidores e dos investidores, que cada vez mais estão cobrando uma postura ativa em relação às questões ambientais. Aqui, uma empresa (ou indivíduo) nos Estados Unidos pode comprar um crédito no Brasil ou em qualquer outro lugar do mundo. A relação é bilateral e não é sujeita a uma regulação. Mas existem certificadoras e melhores práticas para garantir a integridade desses créditos, como veremos mais à frente. Apesar de ser ainda relativamente pequeno, com a explosão de compromissos de net zero por parte das empresas, esse mercado vem crescendo em velocidade exponencial. Os números variam, mas há estudos que estimam que ele pode girar entre US\$ 50 bilhões e US\$ 100 bilhões até 2030 (GUIA RESET, 2023).

Por ser descentralizado e sem regulação oficial, o mercado voluntário trabalha com uma gama enorme de projetos capazes de sequestrar GEEs, reduzir ou evitar a sua emissão na atmosfera. É claro que, na prática, existem categorias e metodologias que são mais consolidadas, como os projetos de energia renovável nas décadas passadas e, atualmente, os créditos de origem florestal³¹. Mas, em tese, os créditos também poderiam ser emitidos a partir dos mais tecnológicos projetos de captura de carbono (por processos físico-químicos complexos³²) aos mais simples incrementos na linha de produção para mitigar a pegada climática de uma empresa – bastaria um vendedor e um comprador interessado para concretizar a troca.

³¹ Diante da exigência da *adicionalidade*, a emissão de créditos de carbono atrelados a projetos das (já não tão novas) energias renováveis diminuiu nos últimos anos, dando lugar aos projetos relacionados à floresta e ao uso da terra. Em 2021, este segundo grupo ganhou a dianteira, movimentando 115 milhões de créditos globalmente, em face dos 80 milhões das energias renováveis no mesmo período (GUIA RESET, 2023).

³² Um exemplo altamente promissor é o da empresa 44.01 (batizada em homenagem ao peso molecular do CO₂), que permanentemente remove o gás ao mineralizá-lo em minas de peridotito a centenas de metros abaixo da terra. O projeto ganhou o *Earthshot Prize* (organizado pelo Príncipe William da Inglaterra) na categoria *Fix Our Climate* de 2022, e tem a meta ambiciosa de remover 1 bilhão de toneladas de CO₂ até 2040 (EARTHSHOT PRIZE, 2022).

Contudo, é a **certificação** que garante a integridade (reputacional) da comercialização de créditos de carbono no mercado voluntário. O principal programa de certificação de projetos de carbono é o da Verra – organização sem fins lucrativos, que criou os *Voluntary Carbon Standards* (VCS) (padrões que são tidos como referência metodológica atualmente) – mas há também o Gold Standard (fundação suíça) que foca, além da qualidade ambiental do crédito, nos benefícios sociais gerados pelos projetos (GUIA RESET, 2023). Essas metodologias estão sempre evoluindo, abarcando novas técnicas e setores; no entanto, de 2022 para cá, a certificação não parece ser mais o suficiente.

De 2020 a 2021, a quantidade de transações e a geração de créditos dobraram, puxadas pelo boom na negociação dos créditos florestais (RESET, 2023). Ocorre que, paralelamente, cresceram também as denúncias de *greenwashing*³³ no período, resultando numa crise de confiança que abalou o mercado voluntário e estagnou o seu crescimento explosivo. Os projetos REDD (sigla para Redução de Emissões Provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal) e REDD+ (envolvendo manejo sustentável e benefícios socioeconômicos às comunidades locais), cujos créditos estavam sendo negociados a todo vapor até então, se viram misturados com esquemas fraudulentos. Tanto que, entre 2022 e 2023, o valor de mercado dos créditos de carbono diminuiu 61%, resultando em uma queda de de US\$ 1,9 bilhões movimentados em 2022 para US\$ 723 milhões em 2023 (ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2024).

Assim, após o mercado voluntário ter perdido parte de sua credibilidade, os vendedores agora precisam “provar que estão entregando as prometidas reduções ou remoções de gases de efeito estufa da atmosfera; e, acuados pelas crescentes acusações de *greenwashing*, os compradores têm de se certificar de que as afirmações públicas feitas com base na compra de créditos têm fundamento” (GUIA RESET, 2023).

Num dos casos mais emblemáticos, algumas empresas brasileiras “usaram terras públicas na Amazônia [no município de Portel, no Pará, e ocupadas por comunidades tradicionais ribeirinhas] como se fossem áreas particulares para lucrar com a venda de créditos de carbono para gigantes multinacionais” (SETA, 2023). As comunidades da área, cujo estilo de vida é justamente o que preserva a floresta na localidade, além de não terem

³³ *Greenwashing* é um termo que está na moda, utilizado quando empresas buscam promover uma imagem ambientalmente responsável de forma enganosa ou exagerada, um literal "pintar de verde". Assim, consumidores e investidores preocupados com questões ambientais são levados ao erro, incentivando produtos e serviços que retardam o genuíno progresso em direção à sustentabilidade (já que desviam a atenção e os recursos de práticas realmente ecológicas e sustentáveis).

sido consultadas no decorrer do processo, também não receberam um tostão após a comercialização dos créditos³⁴.

Tais práticas, por óbvio, são extremamente nocivas (não só para as comunidades lesadas, mas também para o clima, uma vez que os créditos comercializados no mercado não teriam nenhum impacto verdadeiramente positivo na luta contra o aquecimento global) e demonstram as principais brechas do mercado voluntário. Nesses projetos, as comunidades tradicionais (indígenas, caiçaras, ribeirinhos, quilombolas, etc) atuam como meros figurantes quando deveriam ser protagonistas, sem contar que as auditorias – internacionais e com pouco conhecimento das realidades locais – ficam à escolha do cliente desenvolvedor, criando um incentivo desproporcional à aprovação do projeto³⁵.

Além disso, existe o problema da dificuldade de comprovar a efetividade (grau de adicionalidade) dos projetos REDD+, que vêm sofrendo fortes críticas na academia. Afinal, esses projetos que lidam com o desmatamento evitado trabalham com dois cenários para contabilizar as emissões de GEEs supostamente evitadas: (i) o cenário linha de base, que corresponde a uma extrapolação das tendências históricas de desmatamento na área e (ii) o cenário do projeto, em que a floresta permanece em pé em decorrência do controle e monitoramento da área; a diferença entre os dois cenários é o que determina a adicionalidade do projeto e, quanto maior o desmatamento evitado, mais créditos são gerados (SETA, 2023). Contudo, diversas pesquisas apontam que o cenário da linha de base normalmente é extrapolado ao máximo – considera-se que toda aquela área seria desmatada caso o projeto não viesse salvá-la – o que acaba distorcendo o impacto real dos projetos e inflacionando a emissão de créditos³⁶.

³⁴ O caso levou ao ajuizamento das ACPs 0806582-68.2023.8.14.0015, 0806631-12.2023.8.14.0015, 0806505-59.2023.8.14.0015 e 0806464-92.2023.8.14.0015, por parte da Defensoria Pública do Pará.

³⁵ “As certificadoras internacionais exigem que os projetos registrados por elas passem por processos de validação e verificação conduzidos por terceiros autorizados pelas certificadoras. Entre eles, os desenvolvedores dos projetos são livres para contratar a empresa de sua preferência. (...) “*Geralmente o desenvolvedor de um projeto faz mais de um projeto, o que pode vir a criar um histórico de relação econômica com a empresa que fará a auditoria. Isso pode criar um interesse, por parte da auditoria, de aprovar um projeto para participar de outros*”, explica uma fonte que trabalha diretamente com projetos de crédito de carbono no mercado voluntário - e, por isso, preferiu não se identificar. Segundo essa mesma fonte, os valores não são desprezíveis: a depender do tipo de projeto, a auditoria pode ser contratada por R\$ 200 mil” (SETA, 2023).

³⁶ Vide pesquisa do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, na Suíça, que, ao analisar mais de 2 mil projetos de créditos de carbono no mercado voluntário, conclui-se que apenas 12% do volume total de créditos gerados representou reduções reais de emissões (SETA, 2023) O mesmo resultado é reforçado por outro estudo, da Universidade de Berkeley (EUA), que sintetizou a relevância da questão: “Muitos veem o programa de crédito como uma fonte crucial de financiamento para reduzir o desmatamento globalmente. Mas se os projetos são ineficientes e os créditos são inflados, o programa pode enfraquecer os esforços de mitigação climática e de proteção da biodiversidade ao tomar o lugar de medidas mais efetivas e ao justificar e mascarar emissões em andamento” (HAYA, *et al*, 2023).

Pesquisadores da Universidade de Berkeley, nos EUA, em uma crítica contundente aos projetos de REDD+, afirmaram que “as metodologias atuais de REDD+ provavelmente geram créditos que representam uma fração ínfima de seu benefício climático anunciado. Estimativas de redução de emissão estavam exageradas (...); quando considerado o conjunto de evidências, conclui-se que os projetos REDD+ são inadequados à geração de créditos de carbono para fins de compensação” (HAYA, *et al*, 2023), listando uma série de medidas alternativas que poderiam ter um impacto mais relevante na luta contra a crise climática e na preservação dos biomas tropicais do mundo³⁷.

Por outro lado, um outro estudo—publicado na revista *Nature* e liderado por especialistas de renomadas universidades (como Columbia e Sorbonne) e ONGs (como a *Environmental Defense Fund* (EDF) e a *The Nature Conservancy*)—chegou à conclusão de que, de um ponto de vista estritamente climático, a geração de créditos de carbono via projetos de desmatamento evitado e reflorestamento está entre as mais eficazes soluções de combate ao aquecimento global baseadas na natureza, possuindo a maior e melhor relação entre respaldo científico (confiabilidade nas metodologias) e impacto climático (resultado pretendido de reduções ou remoções de GEEs). Assim, o estudo prevê que, dentre as alternativas, estes são os projetos que deveriam ser priorizados com recursos financeiros (BRUMA *et al*, 2024).

Mesmo assim, e diante do dissenso ainda existente sobre a eficácia ou ineficácia (e, no pior dos casos, a prejudicialidade) de projetos REDD+, surge um dos maiores desafios atuais do setor: o de repensar e “recredibilizar” o mercado voluntário e as metodologias de geração de créditos. No caso brasileiro, isso é ainda mais urgente, especialmente quando consideramos o nosso perfil de emissão de GEEs. Segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa (SEEG), de iniciativa do Observatório do Clima, quase metade (44%) das emissões brasileiras são oriundas de “mudanças no uso da terra” (desmatamento e degradação florestal), representando cerca de 1 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente em 2019 (LOUREIRO, 2021)³⁸. Ou seja, feitos corretamente e com o maior rigor

³⁷ Dentre as quais: (i) reduzir os fatores impulsionadores de desmatamento do lado da demanda, (ii) apoiar os planos florestais concebidos pelos povos indígenas e comunidades locais, (iii) abordagem dos créditos como contribuição voluntária ao clima (em detrimento da compensação), (iv) alívio da dívida dos países do Sul-global, especialmente aqueles com a maior área de florestas tropicais remanescentes (Brasil, Indonésia e Congo), (v) financiamento equitativo da luta contra as alterações climáticas, e (vi) foco no maior fator de mudanças climáticas - as emissões de combustíveis fósseis (HAYA, *et al*, 2023).

³⁸ Embora esse número seja puxado pela expansão da fronteira agropecuária, que pressupõe o desmatamento de largas áreas para criação de pastos de baixa qualidade, o dado **não contém** as emissões *diretamente* relacionadas ao Agro. Em 2019, o manejo do solo (cultivo, cultura, correção e fertilização da terra) e a fermentação entérica (que libera metano nos arrotos e flatulências bovinas) responderam por 28% das emissões de GEEs do país,

técnico (e imparcialidade) possível³⁹, comprovando-se a sua efetiva adicionalidade à luta contra as mudanças climáticas, os projetos de conservação e de desmatamento evitado poderiam desempenhar um papel primordial na mitigação das emissões brasileiras e na manutenção da floresta em pé.

Nesse sentido, em março de 2023, e como resposta à crise do *greenwashing*, a *Integrity Council for Voluntary Carbon Markets* (ICVCM) – composta de centenas de participantes da cadeia que atuam do **lado da oferta** (de desenvolvedores de projetos a representantes de povos indígenas) – divulgou os dez princípios centrais para avaliação da qualidade dos créditos emitidos no mercado voluntário, batizados de *Core Carbon Principles* (CCP)⁴⁰ (TEIXEIRA JR, 2023). Poucos meses depois, em julho, a organização publicou as diretrizes práticas para avaliar as certificadoras e os projetos conforme os 10 CCP – contudo, o REDD+ foi deixado de fora. Segundo o Conselho, por terem respondido à maioria do volume do mercado voluntário nos últimos anos, os créditos REDD+ “estão sujeitos a um intenso escrutínio” e passarão ainda por uma etapa de avaliação adicional (TEIXEIRA JR, 2023). Uma das exigências para que os projetos recebam o selo de qualidade CCP é a “garantia de permanência do sequestro do carbono [*por 40 anos, com mecanismos de compensação caso haja reversão*], já que projetos de desmatamento evitado ou reflorestamento são particularmente suscetíveis ao que se chama reversão (em caso de incêndio, por exemplo, o CO₂ pode ser liberado na atmosfera)” (TEIXEIRA JR, 2023).

Recentemente, a própria Verra recebeu o selo de integridade do ICVM, após “mudanças significativas” em seus programas de certificação, cumprindo os novos *benchmarks* mais rigorosos propostos pela entidade e se juntando a outras grandes certificadoras que também já foram chanceladas, como a ACR, CAR e Gold Standard (ICVM, 2024). Contudo, algumas metodologias específicas das certificadoras ainda estão sob análise,

totalizando 593 milhões de toneladas de CO₂-eq (LOUREIRO, 2021). Assim, direta ou indiretamente (por conta do desmatamento), a agropecuária gera cerca de 70% das emissões brasileiras.

³⁹ Como exemplo, pode-se citar um recente “contratempo” vivido pela *startup* de reflorestamento Re.green que, ao submeter seu primeiro projeto de carbono à verificação da Verra, recebeu um “denial”. Na prática, isso significa que o projeto deverá ser reajustado, o que por si só não é incomum; mas, o que antes era negociado privativamente entre as certificadoras e as equipes desenvolvedoras, agora está sendo mais publicizado e passando por um processamento mais rigoroso (ADACHI, 2024).

⁴⁰ “Dos dez princípios, dois dizem respeito a desenvolvimento sustentável: (i) os créditos precisam contribuir para que se alcance o net zero em 2050; e (ii) ter benefícios socioambientais e salvaguardas, incluindo aqui o consentimento obrigatório de comunidades locais. Outros quatro são de governança e se aplicam especificamente a programas de certificação: (iii) eles precisam ter “governança efetiva”, (iv) permitir o acompanhamento dos projetos, (v) dar ampla transparência às informações; e (vi) ter exigências de verificação e validação robustas realizadas por terceiros para os projetos de mitigação de gases de efeito estufa. Os quatro finais dizem respeito aos créditos em si: (vii) precisam ter adicionalidade; (viii) as reduções ou remoções de GEE devem ser permanentes; (ix) precisa haver quantificação robusta; e (x) não pode haver dupla contagem” (TEIXEIRA JR, 2023).

como é o caso dos procedimentos de emissão de créditos para projetos de desmatamento evitado (REDD), sem haver uma previsão de quando as decisões serão publicadas.

Paralelamente, no **lado da demanda**, o *Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative* (VCMI, que representa os compradores do mercado) também produziu um “CCP”: o *Claims Code of Practice*. Esse “código” estabelece o que as empresas devem (ou não) afirmar ao comprar créditos de carbono – e, para evitar acusações de *greenwashing*, os créditos não deveriam mais ser propagandeados como meios de compensação das emissões da empresa, mas tão somente como uma “contribuição voluntária” da empresa pelo clima (TEIXEIRA JR, 2023). Essa ideia, da contribuição climática voluntária, “é defendida há tempos por críticos do uso dos créditos negociados no mercado voluntário de carbono, que argumentam que, ao usar esse mecanismo para fazer *offsetting*, as empresas estariam desviando a atenção do que realmente importa: efetivamente reduzir suas emissões” (TEIXEIRA JR, 2023)^{41 42}.

Para os críticos, portanto, a compensação das emissões por meio do mercado voluntário seria mais uma distração do que uma solução: todo ano, por exemplo, a humanidade emite cerca de 50 bilhões de toneladas de CO₂-eq, quando no ano (recorde!) de 2021, foram gerados somente 150 milhões de créditos de carbono voluntários (TEIXEIRA JR, 2023). Assim, “além das dúvidas quanto ao funcionamento, o mecanismo teria um impacto desprezível e desviaria a atenção da necessidade de parar de queimar combustíveis fósseis – o que realmente faria a diferença [*no nível global*]” (TEIXEIRA JR, 2023). No entanto, e embora o balanço de carbono seja fundamental, ele não é o único aspecto relevante das chamadas soluções baseadas na natureza – afinal, “o dinheiro investido na proteção de uma floresta também beneficia a biodiversidade e pode melhorar a vida de populações que há centenas de anos, às vezes milênios, cuidam dessas áreas preciosas do planeta” (TEIXEIRA JR, 2023).

Assim, embora as promessas do mercado e dos projetos florestais sejam claras – aliar a economia à floresta em pé – o modelo só funcionará levando em conta os aspectos sociais

⁴¹ A Natura, por exemplo, que tinha um planejamento prevendo o net-zero em toda a sua cadeia de valor (escopos 1, 2 e 3) ainda em 2030, adiou a meta e diminuiu consideravelmente a porcentagem das emissões que seriam compensadas via créditos de carbono. O foco da empresa se voltou para “o corte de emissões, deixando as compensações com créditos só para as atividades em que mudanças não são tecnicamente possíveis”, limitando esse patamar ao percentual de 10% *offsetting*. Outras empresas de peso, como a Marfrig e a Votorantim Cimentos também aderiram à estratégia, seguindo as diretrizes da SBTi (“Science Based Targets, considerada o padrão-ouro para os compromissos corporativos de descarbonização”) (TEIXEIRA JR., 2023).

⁴² Outro caso interessante e recente, que demonstra o *status* ainda controverso da compensação de emissões via créditos de carbono, ocorreu quando a SBTi anunciou que as empresas poderiam usar créditos do mercado voluntário para abater emissões ligadas ao escopo 3 de suas atividades. Uma semana depois, e após revolta interna dos seus funcionários, a organização voltou atrás e afirmou que não houve mudança no papel dos *offsets* nos planos net zero (que continuarão sendo utilizados para compensar as emissões residuais, que não podem ser cortadas com as tecnologias disponíveis) (SBTI, 2024).

da pauta ambiental. Em uma entrevista, Tim Christophersen – responsável pelo plano da Salesforce (empresa de softwares corporativos) de plantar 1 trilhão de árvores – ressaltou a centralidade da questão social em projetos ligados ao meio ambiente:

Olhamos para pessoas, natureza, clima e paisagem, nesta ordem. Muita gente enxerga somente o carbono: cerca uma área e escolhe espécies de crescimento rápido para plantar. Não é disso que se trata. Existe a árvore certa, no momento, lugar e contexto social certos. Apoiamos um projeto chamado *Acción Andina*, que restaura áreas em altas altitudes na Cordilheira dos Andes. São *polylepis*, também chamadas de árvores que vivem nas nuvens. Elas absorvem a umidade das nuvens e a depositam no solo. Essa água alimenta a maior parte da América do Sul. Se você falar de sequestro de carbono para as 400 comunidades envolvidas, vão responder: “E daí? Estamos preocupados com nossa água, que está acabando” (TEIXEIRA JR., 2024).

Agora, em um contexto mais brasileiro, se um jovem quiser começar uma carreira profissional na Amazônia Legal (onde a grande maioria dos créditos brasileiros são emitidos), “suas oportunidades estão em indústrias em que a floresta é vista como um problema (...) entre os empregados formais, cerca de 60% trabalham na pecuária, 30% na agricultura e apenas 5% na produção florestal. Isso se soma a uma taxa de desemprego que chega a 40% na região, o dobro da média nacional para jovens entre 25 e 29 anos. A floresta não é uma opção de carreira” (BINA, 2023). Resultado: enquanto projetos focados em comunidades “têm enfrentado diversas barreiras metodológicas, como cálculos de linha de base, consultas prévias, questões fundiárias e aprovações necessárias de órgãos públicos” (BINA, 2023), a maioria dos créditos são gerados em áreas privadas. “Ou seja, empresas e propriedades que já possuem grandes extensões de terra e recursos, adotando uma abordagem estritamente ambiental, muitas vezes deixando de contemplar populações tradicionais ou considerando-as externas ao projeto” (BINA, 2023)⁴³.

De qualquer forma, parece que o mercado de carbono voluntário já passou da sua fase dos ‘tropeços’; o cenário, hoje, é de ebulição, de retomada, e de grandes desenvolvimentos esperados para os próximos meses e anos. No curto período entre março e maio de 2024, foram anunciadas algumas das maiores operações de compras de créditos de carbono por parte de empresas de tecnologia, como a da Microsoft (que comprou 3 milhões de créditos de carbono da *Re.green*) (TEIXEIRA JR., 2024); a formação da *Symbiosis Coalition* (composta pelos gigantes Google, Meta, Salesforce e, novamente, Microsoft, que juntos pretendem comprar 20 milhões de créditos de carbono até 2030) (BERTÃO FILHO, 2024); e o investimento de 200 milhões de dólares da Apple em projetos de restauro na Mata Atlântica (TEIXEIRA JR., 2024). A *Mombak* (outra *startup* brasileira de reflorestamento), por

⁴³ Como Chico Mendes dizia: ‘ecologia sem luta de classes é jardinagem’. Sem cuidar do social, o mercado voluntário de carbono no Brasil permanecerá vazio.

exemplo, plantou 3 milhões árvores somente nos últimos 12 meses, captando R\$ 1,4 bilhões no processo, e pretende se expandir ainda mais nos próximos anos (BRITTO, 2024); enquanto a B3, decerto acompanhando o fluxo de capital que volta a fluir para estes negócios, já está montando uma bolsa digital para negociações de créditos de carbono (CARDIAL, 2023); e até o Banco Mundial começa a se movimentar para dar seu selo de qualidade a créditos de carbono florestais, realizando a auditoria dos benefícios climáticos e sociais dos projetos de proteção e recuperação (ADACHI, 2024). Por fim, talvez uma das notícias mais relevantes seja a do apoiado pela Casa Branca ao mercado voluntário, que, por meio da *Treasury*, emitiu a “*Voluntary Carbon Markets Joint Policy Statement and Principles*” (que serve como diretrizes gerais para a compra de créditos de carbono por parte das empresas americanas) (TEIXEIRA JR., 2024).

II.c – A promessa do regulado

Enquanto o mercado voluntário se recupera, um mercado regulado de carbono fica cada vez mais próximo de se concretizar no país, fruto de alguns anos de discussões e reviravoltas.

A saga começou em 2009, com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC ou Lei 12.178/09), que foi a primeira norma federal a prever, expressamente, a criação de um mercado regulado de créditos de carbono no Brasil⁴⁴. Essa estipulação permaneceu virtualmente esquecida por anos, até que em fevereiro de 2021, o ex-Deputado Federal Marcelo Ramos (PL/AM) apresentou o Projeto de Lei 528/2021, visando regulamentar o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) previsto na PNMC. Contudo, o projeto passou por tantas emendas e alterações durante sua tramitação que o próprio autor teve que articular a retirada do PL da votação (BAIÃO, 2022).

Assim, no início de 2022, o Senado apresentou a sua própria proposta de regulamentação do MBRE por meio do PL 412/2022, de autoria do ex-Senador Chiquinho Feitosa (DEM/CE). E, alguns meses depois, as discussões sobre o mercado regulado no Brasil ganharam nova força quando o Governo Bolsonaro (talvez tentando angariar apoio dos setores econômicos mais progressistas no deslinde do seu mandato) promulgou o Decreto 11.075/2022, estabelecendo "os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de

⁴⁴ “Art. 9. O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM, onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas.”

Mitigação das Mudanças Climáticas e instituindo o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa"⁴⁵.

No entanto, o Decreto 11.075 não vingou: com a mudança no Palácio do Planalto, ele foi revogado pelo Decreto 11.550/2023. Sob a nova liderança, o Executivo apresentou a sua própria proposta de regulação do mercado de carbono no Brasil, incorporada como substitutivo do PL 412/2022 em agosto de 2023. Já em outubro, pressionando pela regulamentação do mercado antes da COP 28, o governo conseguiu a aprovação do seu PL no Senado, mas não sem antes fazer uma enorme concessão à bancada ruralista: a isenção dos setores primários da agropecuária (plantações e rebanhos) dos limites de emissões de GEEs. Contudo, mesmo após a aprovação por parte da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, o PL 412 empacou no encaminhamento à Câmara dos Deputados, ao ser apensado ao antigo PL 528/21 – que, na sequência, foi formalmente rejeitado pela Câmara.

Na prática, os deputados federais fizeram uma manobra regimental (e de poder) para que tivessem a última palavra sobre o marco do carbono: eles aproveitaram praticamente todo o texto do PL 412, transferindo-o a partir de uma Subemenda Substitutiva Global ao Projeto de Lei nº 2.148, de 2015. Embora tenham tido tentativas para retirar o texto de pauta (não houve tempo hábil para analisar a versão que foi para votação, com muitas emendas e variações de última hora), o PL foi aprovado pela Câmara. E tudo isso aconteceu no apagar das luzes da última sessão legislativa do ano passado, quatro dias antes do Natal (ADACHI, 2023). Após o recesso legislativo, em fevereiro de 2024, o texto do PL 2.148/2015 foi remetido ao Senado (adotando, na casa, o novo número de PL 182/2024), e atualmente aguarda votação⁴⁶.

Assim, embora o *status* do mercado esteja incerto – já que a votação dos respectivos marcos regulatórios ainda está em aberto – vale a pena ressaltar os principais pontos desses três projetos: (i) o PL 528/21, nas suas principais versões; (ii) o PL 412/22, na forma que foi aprovado pelo Senado; e (iii) o PL 2.148/2015, focando nas principais diferenças trazidas pelo texto aprovado na Câmara.

Começamos pelo mais antigo.

Originalmente, o PL 528/2021 pretendia criar um “padrão e sistema de registro público de créditos de carbono decorrentes de Reduções Verificadas de Emissões (RVE) do

⁴⁵ O decreto serviu mais como uma resposta à atualidade e abrangência do discurso da descarbonização pelos grandes *players* econômicos do que como um “marco regulatório” do mercado. Afinal, o decreto não criou um mercado regulado de carbono, muito menos um sistema de comércio de emissões, mas tão somente regulamentou o formato dos planos setoriais de mitigação previstos na PNMC (PROLO, 2022).

⁴⁶ Esta seção do trabalho teve sua redação finalizada em 04 de junho de 2024, após algumas versões diferentes que acompanharam a evolução da matéria em seu processo legislativo.

mercado voluntário de carbono no Brasil” (PROLO, 2021) – o que implicaria em uma “regulação” do mercado voluntário brasileiro, com padrões definidos pelo Estado pautando a conduta dos *players* privados (compradores e vendedores). Em um dos primeiros substitutivos apresentados no âmbito do PL⁴⁷, haveria um período de dois anos para as empresas entrarem voluntariamente nesse novo mercado. Depois disso, a regulação se tornaria obrigatória e poderia encampar outros setores da economia, impondo permissões e limites de emissão de GEEs às empresas (PROLO, 2021). Esses primeiros textos demonstravam a iniciativa estatal de garantir mais segurança jurídica e integridade ao mercado voluntário, aproximando-o do mercado regulado, mas careciam de instrumentos e fluxos de processos específicos para atingir esse fim, permanecendo em um campo mais conceitual e abstrato.

Em outra emenda posterior – dessa vez elaborada em conjunto do CEBDS (Conselho das Empresas Brasileiras pelo Desenvolvimento Sustentável⁴⁸) e da Confederação Nacional da Indústria (CNI) – foi proposta a criação de um sistema nacional de registro e transferência de créditos de carbono do mercado voluntário, parcialmente regulado pelo Estado (PROLO, 2021). Em 2021, houve grande pressão por parte da indústria “para que o texto fosse votado antes ou durante a COP 26 [de Glasgow], mas não houve momento político suficiente para que isso acontecesse” (PROLO, 2022).

Nas últimas versões do PL 518, que contaram com grande participação do Ministério da Economia da época, “as discussões passaram a girar em torno de uma proposta de mercado regulado que se assemelha a um “*baseline-and-trade*”, em que uma meta de performance é estabelecida para cada setor (podendo ser fruto de um acordo setorial entre as empresas e o governo⁴⁹), de modo que os agentes regulados que emitem GEEs abaixo da meta recebem créditos de carbono; enquanto aqueles que ultrapassam as emissões permitidas devem adquirir créditos” (PROLO, 2022). Além disso, o PL foi omissivo ao não indicar quais setores seriam

⁴⁷ Pelo relator deputado Bosco Saraiva (SDD-AM).

⁴⁸ Que se apresenta como “a voz do setor empresarial na agenda do Desenvolvimento Sustentável, (...) reunindo empresas cujos faturamentos somam aproximadamente 50% do PIB brasileiro” (CEBDS, 2023).

⁴⁹ Em um modelo semelhante ao que ocorre na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em que os acordos setoriais “são instrumentos de construção colaborativa de metas e obrigações setoriais que substituem a necessidade de imposição “top-down” das obrigações pelo governo, e podem ser ferramentas úteis em casos em que os agentes regulados de forma organizada detenham melhores condições de identificar as soluções e medidas para gerenciar as externalidades ambientais negativas de seus negócios” (PROLO, 2022). No entanto, essa não parece ser a melhor alternativa para o caso dos créditos de carbono, uma vez que as metas setoriais necessariamente deveriam estar alinhadas à NDC brasileira (e não às demandas de um setor específico). Além disso, tal modelo não existe em nenhum do mundo, se aproximando somente da “tentativa - frustrada - de alocação das permissões na primeira fase do Sistema de Comércio de Emissões da UE, em que as permissões foram distribuídas com base em estimativas de emissões infladas pelos setores regulados (...) reduzindo substancialmente a demanda pela compra de permissões e a fluidez do mercado” (PROLO, 2022).

regulados (ou não), muito embora tenha previsto um limite compulsório de emissões de GEE para os setores eventualmente envolvidos na regulação (PROLO, 2022).

Quanto ao PL 412/2022, a nossa abordagem deve focar na versão substitutiva do projeto, apresentada pelo Governo – e tida por especialistas como umas das mais maduras tentativas de regulamentação do mercado. Segundo Caroline Prolo⁵⁰, por exemplo, o projeto desenhou “um mercado de carbono de gente grande”, sendo a proposta “mais robusta e equilibrada até hoje para criar um sistema de precificação de carbono pelo governo no Brasil” (2023).

Para a especialista, um dos aspectos mais positivos do projeto era a de que ele “não inventava a roda”, tendo focado na implementação de metodologias já consolidadas em detrimento de ‘invenções’:

Existem diversas formas de o governo colocar um preço no carbono, promovendo descarbonização, cumprindo suas obrigações internacionais perante o Acordo de Paris e trazendo segurança jurídica para empresas e investidores, além de liquidez em relação a ativos relacionados ao carbono. Dentre essas categorias, o sistema de comércio de emissões (SCE) é um modelo já amplamente testado e recomendado (...). A nova minuta de projeto de lei [412/2022] estabelece o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) com todos os elementos característicos de um SCE: limite de emissões, critérios de alocação dos direitos de emissão, limiares de atividades reguladas, ciclo de *compliance* e obrigações dos agentes regulados, governança, mecanismos de estabilização de preço e de promoção de competitividade, uso de receitas, possibilidade de utilização de offsets e penalidades; e prevê todas as atividades de gestão deste sofisticado sistema. Na governança, obedece ao padrão de outros SCEs, com um órgão regulador (que aprova o plano de alocação e dá diretrizes) e outro gestor (que executa e opera o sistema), este último ainda podendo se traduzir em um conjunto de órgãos atuando em diferentes competências. E cria uma instância de aconselhamento técnico desses órgãos, com participação de representantes de entidades setoriais representativas dos agentes regulados, da academia e da sociedade civil com notório conhecimento sobre a matéria. Sobre a participação de outros atores subnacionais na governança, SCEs normalmente são centralizados na gestão federal, já que a obrigação de controle de emissões de gases de efeito estufa é do Estado perante os tratados internacionais; e do ponto de vista operacional, normalmente os entes subnacionais não possuem capacidade técnica e institucional para executar as funções necessárias na operação do sistema. No caso do Brasil, isso faz sentido também na medida em que é competência da União legislar sobre meio ambiente, e diversos controles ambientais relacionados a obrigações legais do Estado brasileiro são feitos de forma centralizada dentro do SISNAMA (PROLO, 2023).

Outro ponto importante é que o PL 412 não impôs limitações estanques e desnecessárias, partindo de uma lógica programática, em vez de regulatória – afinal, “a lei que estabelece o SBCE deve ser abrangente e flexível o suficiente para permitir que o sistema seja constantemente ajustado e mais bem detalhado e operacionalizado por meio de regulamentos e mandatos específicos” (PROLO, 2023). A norma, por exemplo, não definiu previamente

⁵⁰ Advogada especializada em mercados de carbono e presidente do LACLIMA (Latin American Climate Lawyers Initiative for Mobilizing Action), “a primeira associação de advogados de mudanças climáticas na América Latina, que vem se dedicando ao estudo, desenvolvimento, compartilhamento e produção de conhecimento sobre o direito das mudanças climáticas” (LACLIMA, 2023).

uma lista taxativa de setores regulados, deixando a possibilidade de novos atores serem adicionados ao sistema caso as suas emissões se mostrassem relevantes⁵¹. A tendência, inclusive, era de que isso acontecesse: com a obrigatoria incrementalidade das ambições climáticas estatais, novos setores poderiam ser contemplados em regulações futuras⁵². O crucial, aqui, é que embora a norma não chegasse a destrinchar todos os elementos do novo sistema, ela trazia processos claros e definia as competências para a regulamentação posterior⁵³ (PROLO, 2023).

Em terceiro lugar, o PL 412/22 reconhecia o papel do mercado voluntário, criando segurança jurídica e incentivos para sua gradual incorporação dentro do SBCE, e possibilitando a utilização de créditos de carbono advindos do mercado voluntário pelos atores do mercado regulado:

O regulamento ainda vai definir qual é o percentual desse uso de offsets que poderá ser usado para conciliação. Em outras jurisdições, normalmente este percentual vai de 2.5 a 10%. Essa restrição é importante para garantir que os atores regulados vão cumprir suas obrigações substancialmente por meio de redução de suas próprias emissões, bem como para mitigar potenciais instabilidades de preços causadas pelo excessivo volume de offsets no mercado. Para reconhecer créditos de carbono dentro do SBCE, o regulamento vai prever regras de credenciamento de metodologias aptas a gerar Certificados de Redução e Remoção Verificada de Emissões, com base em critérios previstos na lei, incluindo a promoção de integridade ambiental. Isso pode elevar a barra do mercado e, de novo, trazer mais segurança jurídica para créditos de carbono que sejam registrados dentro do sistema e cujas metodologias sejam validadas pelo governo brasileiro, além de garantir acesso ao Registro do SBCE, com mais transparência e acessibilidade para o mercado brasileiro (PROLO, 2023).

O projeto, inclusive, também estabelecia a natureza jurídica dos créditos de carbono, definindo-os como valores mobiliários sujeitos ao regime da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, que dispõe sobre o mercado de valores mobiliários e criou a CVM (Artigo 14 do PL). Embora tal escolha seja incomum em comparação com outros sistemas e jurisdições, “o projeto de lei previa que seria dado tratamento especial para esses ativos em regulamento que seria editado pela Comissão de Valores Mobiliários, o que significa que eles não ficariam sujeitos a todas as disposições que incidem sobre valores mobiliários e aos seus custos de conformidade” (PROLO, 2023).

⁵¹ Segundo o Artigo 31 do PL, “estarão sujeitos à regulação do SBCE os operadores responsáveis pelas instalações e fontes que emitam acima de 10.000 tCO₂e por ano”.

⁵² “Situação semelhante se deu com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus sistemas de logística reversa, aplicáveis inicialmente a alguns produtos definidos, mas com a previsão de que os sistemas serão estendidos “aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados”, de acordo com futuros regulamentos” (PROLO, 2023).

⁵³ Por exemplo, a Comissão Nacional para REDD+ (CONAREDD+) regulamentaria os incentivos financeiros, “na forma de pagamentos por resultados, incluindo abordagens de mercado e não-mercado, voltados a recompensar ações, atividades e programas de redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes do desmatamento e da degradação florestal, incluindo a conservação ou aumento dos estoques de carbono florestal e o manejo sustentável de florestas” (Art. 2º, XXII do PL 412/22).

Além disso, o PL 412 era expresso ao reconhecer os direitos das comunidades indígenas e tradicionais nos projetos de carbono⁵⁴, que passariam a poder comercializar os créditos e Certificados de Redução e Remoção Verificada de Emissões. Ao fazer isso, o projeto também criava uma barreira contra as práticas de *greenwashing* e a exploração dessas comunidades, reafirmando “a necessidade de consulta prévia e consentimento livre, prévio e informado, bem como de repartição justa e equitativa dos benefícios (...), o que seria melhor aprofundado em regulamento” (PROLO, 2023).

Por fim, o PL previa penalidades com base na legislação ambiental – disposição extremamente relevante, uma vez que o sistema não funcionaria se as penalidades fossem mais brandas do que o custo de implementar as novas obrigações legais. Ainda assim, a sistemática de cominação do valor das multas ainda não tinha sido definida, ficando novamente a cargo de regulamentação posterior⁵⁵.

Em síntese, a essência do PL era a criação do SBCE – seguindo uma lógica de ‘*cap and trade*’ semelhante ao vigente na União Europeia – que seria operado por um órgão gestor, responsável por definir quem estaria sujeito às novas regras e às metas impostas a cada empresa (GUIA RESET, 2023). A implementação do mercado em si, no entanto, ainda dependeria de um longo processo de detalhamento e regulamentação, que deveria focar inicialmente nos setores de emissões intensivas (como óleo e gás, por exemplo).

Assim, apesar de alguns pontos fracos (como a falta de vinculação da definição dos limites de emissão do SBCE à NDC brasileira e ao Acordo de Paris), e pontos controversos (como a exclusão do agro do sistema⁵⁶), a expectativa geral quanto ao projeto era bastante positiva:

Seja como for, já temos um excelente texto-base, com linguagem técnica legislativa adequada, abrangência suficiente de todos os elementos chave de um SCE e fundamento nas melhores práticas e legislações nacionais e internacionais. O substitutivo também conseguiu ser equilibrado e não criar regras e limitações críticas em questões técnicas que carecem de maior estudo e debate, ou que não foram testadas em outras jurisdições; ao mesmo tempo que inovador na adaptação para a realidade brasileira de determinados aspectos do sistema, incluindo os projetos realizados em territórios tradicionais; e buscou trazer segurança jurídica para todos os envolvidos, inclusive em relação aos mercados voluntários. (...) Não vai ser fácil implementar um sistema parrudo desses, e vai ser fundamental se ter mecanismos de

⁵⁴ “Art. 4º - O SBCE observará os seguintes princípios: (...) VII – respeito e garantia dos direitos dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais”.

⁵⁵ “Idealmente, as multas deveriam ser aplicadas com percentuais sobre cada unidade de tonelada de CO2 equivalente, o que contribui para uma clara precificação do carbono, e já é previsto na legislação de infrações ambientais brasileira, bem como é abordagem utilizada em SCEs de outras jurisdições, como o sistema europeu” (PROLO, 2023).

⁵⁶ Que, como já dito, compreende a maior parcela das emissões de GEEs brasileiras (segundo o Observatório do Clima, os sistemas alimentares – compreendendo a produção, a distribuição e o consumo – foram responsáveis, em 2021, pela emissão de 1,8 bilhão de toneladas de CO₂-eq, representando 73,7% do total nacional) (UM SÓ PLANETA, 2023).

consulta e participação, transparência e accountability na regulamentação e operação do sistema para assegurar que isso será bem conduzido. Mas o Brasil tem a oportunidade de se sentar na mesa dos adultos dos mercados de carbono e criar um sistema único, que aproveite o melhor dos modelos que já existem, ao mesmo tempo que mais ambicioso na promoção de integridade ambiental, e assim construir paulatinamente soluções e inovações que possam fazer do sistema brasileiro o novo benchmark dos SCEs no mundo (PROLO, 2023).

Por isso, o advento do novo texto pela Câmara (que replicou boa parte do projeto que veio do Senado, mas que também incluiu alterações significativas, controvertidas e de última hora) foi recebido com certa ambiguidade pelos especialistas. Enquanto alguns afirmaram que o PL 2.148/2015 era “contraditório e prolixo” e um verdadeiro “Frankenstein de texto”, outros argumentaram que, “apesar dos problemas, era preferível aprovar logo para avançar e tentar consertar no Senado” e que “antes feito do que perfeito” (ADACHI, 2023).

De qualquer forma, a estrutura geral e programática⁵⁷ do PL 412 foi mantida na nova versão, especialmente quanto à criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE)⁵⁸, ainda não tendo sido estabelecido qual o limite do uso de créditos de carbono do mercado voluntário na sistemática do SBCE (o que é normal, e será definido em um momento de regulação posterior). Por outro lado, o PL 2.148/2015 se adiantou ao tratar especificamente de atividades REDD+ e de programas jurisdicionais⁵⁹, utilizando mais de 4 páginas para definir ambos os conceitos, e ainda incluiu um capítulo inteiro sobre a “oferta voluntária de créditos de carbono” – sendo que todos esses aspectos seriam melhor abordados em regulamentações próprias e de natureza técnica (PROLO, 2024). Segundo Prolo, os deputados tentaram resolver ‘problemas demais com calma de menos’ e, na tentativa de trazer mais segurança jurídica para o mercado voluntário, só acabou aumentando a confusão:

Tratar especificamente de REDD+ agora cria uma presunção de que tais atividades serão admitidas dentro do SBCE, o que prejudica a análise de metodologias que ainda, como visto, serão credenciadas para fins de Certificado de Redução ou Remoção

⁵⁷ “A lei do SBCE é uma norma programática, que cria o sistema, sua estrutura, governança e premissas básicas, e dá mandatos para que outras decisões e detalhamentos sejam feitos depois, pelos meios cabíveis e com a análise técnica e participação pública necessárias, inclusive para definição das metodologias de atividades de créditos de carbono que serão aceitas dentro do SBCE como Certificados de Redução Verificada de Emissões (CRVEs)” (PROLO, 2024).

⁵⁸ Na sistemática de *cap & trade*.

⁵⁹ “Os chamados programas jurisdicionais vêm sendo articulados no nível subnacional no Brasil [*nos estados amazônicos*] e em diversos outros países como Guiana, Gana e Costa Rica. Em tais programas, o governo se remunera pela redução das taxas de desmatamento de um país ou estado, e reverte parte dos recursos para aqueles que ajudaram a conservar a floresta, constituindo uma verdadeira política pública de pagamento por serviços ambientais. Esses modelos podem ou não ter como contrapartida a entrega de créditos de carbono aos pagadores” (PROLO, 2024). No caso dos estados amazônicos (como Acre, Pará e Amazonas, que já fecharam contratos milionários (e no futuro, potencialmente bilionários) de venda de créditos de carbono com grandes empresas multinacionais), a conservação e o desmatamento evitados são contados na *jurisdição inteira*, havendo neste modelo mais responsabilidade do ente governamental e menos chance de *vazamento* do desmatamento para áreas vizinhas, aumentando a confiabilidade dos créditos jurisdicionais (TEIXEIRA JR., 2024).

Verificada de Emissões (CRVE) no momento oportuno. Por que não dispor sobre outras atividades potencialmente geradoras de créditos de carbono, em vez de tratar apenas de REDD+? Essa falta de isonomia precisa ser justificada, pois reflete uma escolha do legislador em detrimento de outras atividades, sendo necessário entender que critérios foram adotados para considerar tais atividades elegíveis de antemão potencialmente em detrimento de outras.

Evidência do quanto esse tema é “intruso” no texto é o fato de que ele não conversa com outras seções do projeto de lei. Parece ter sido feito um enxerto na minuta, para fazer caber uma questão isolada relacionada ao tratamento de projetos e programas jurisdicionais de REDD+, e de possíveis sobreposições territoriais que existam entre projetos privados que estejam localizados dentro de localidades que estejam cobertas por programas jurisdicionais (PROLO, 2024).

Assim, o PL prevê que os estados poderão desenvolver seus projetos REDD+ jurisdicionais em paralelo com projetos de carbono de iniciativa privada no mesmo território, desde que sejam “descontados” os créditos das iniciativas particulares (para que não haja o risco de a mesma tonelada de carbono ser vendida duas vezes) (TEIXEIRA JR., 2024). Portanto, “os proprietários privados de terras terão o direito de excluir suas áreas dos sistemas jurisdicionais, desde que sigam determinado procedimento de comunicação”, cujo procedimento ainda deverá ser operacionalizado (ADACHI, 2023).

Já um ponto interessante é o de que “as empresas que emitem entre 10 mil e 25 mil toneladas de carbono ao ano devem respeitar as determinações de monitorar e informar suas emissões” e que, emitindo em limites acima desses, “as empresas devem realizar a conciliação de emissões, ou seja, ter um plano para reduzi-las”, sob pena de multa de até “5% do faturamento da empresa, assim como suspensão parcial ou total da atividade” (MERLINO, 2024).

O PL 2.148/2015 também alterou a natureza jurídica dos créditos de carbono, que somente serão considerados como valores mobiliários caso venham a ser negociados no mercado financeiro e de capitais, além de criar a figura dos Certificados de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM)⁶⁰ (ADACHI, 2023). Além disso, dois destaques acolhidos de última hora na Câmara (e que devem ser revistos no Senado) criaram demandas compulsórias para (i) seguradoras, empresas de previdência privada e de capitalização, que teriam de aplicar um percentual das suas reservas técnicas em créditos de carbono; e para (ii) proprietários de veículos a combustão, que seriam obrigados a compensar suas emissões via créditos de carbono (ADACHI, 2023).

⁶⁰ “Art. 2º Para os efeitos desta Lei, considera-se: (...) III – Certificado de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM): título de crédito nominativo, de livre negociação, representativo de promessa de pagamento em dinheiro ou em entrega de créditos de carbono, que constitui título executivo extrajudicial”.

Por fim, e indo além da versão anteriormente aprovada pelo Senado, o PL 2.148/2015 não só retirou o agronegócio da regulação do SBCE⁶¹, como também criou a possibilidade do mesmo adquirir receita vendendo créditos de carbono por meio da manutenção de Áreas de Preservação Ambiental (APPs), áreas de uso restrito e de reserva legal – o que na prática dificilmente promoveria qualquer *adicionalidade*, pois a preservação dessas áreas já se constitui como uma obrigação legal do setor Agro pela sistemática do Código Florestal (MERLINO, 2024).

*

À parte dessa promessa de um mercado regulado de carbono abarcando “todo”⁶² o Brasil, desde 2019 o país já conta com um interessante “minimercado de carbono” no setor de combustíveis fósseis: o RenovaBio⁶³. O sistema funciona com base na comercialização de CBIOS – créditos de descarbonização – que representam uma tonelada de CO₂-eq que deixou de ser emitida na atmosfera a partir da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis. Nesse contexto, todas as distribuidoras de combustíveis derivados do petróleo tem a obrigação de comprar uma cota específica de CBIOS dos produtores de biocombustíveis (como etanol, biodiesel e biometano) – e essa cota, definida pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em tese, aumenta todo ano (CARDIAL e VIRI, 2023).

A pretensão do mecanismo, portanto, é de incentivar a produção de combustíveis alternativos ao mesmo tempo em que torna os combustíveis fósseis progressivamente menos atrativos (já que as distribuidoras repassam os custos atrelados à compra dos CBIOS ao consumidor final). Assim como nos outros modelos de comercialização de créditos de carbono, existem empresas certificadoras (autorizadas pela ANP) que calculam a “Nota de Eficiência Energético-Ambiental” de cada lote de biocombustível produzido, determinando a intensidade de carbono de todo seu ciclo de vida (da produção agrícola ao transporte,

⁶¹ Segundo Ana Toni, secretária nacional de Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, “quando se olha para as experiências de mercado de carbono no mundo, são 28 países que têm mercado de carbono. Somente dois [*Austrália e Nova Zelândia*] consideram a área de agricultura. “Não é surpresa que o agro tenha preferido estar fora. E a segunda questão é que talvez eles tenham também razão em dizer que as metodologias de medição do crédito de carbono para a integridade na área de energia, ela não é muito consolidada na área do agro. Entretanto, no caso brasileiro, a gente sabe que o agro é um grande contribuidor das emissões brasileiras. Então eles deveriam fazer parte da solução também. E talvez mais do que em países onde a agropecuária é menor” (MERLINO, 2024).

⁶² “Todo”, entre aspas, por conta da possível exclusão da agropecuária da regulação.

⁶³ “O programa foi estabelecido em 2017, durante o governo de Michel Temer, por meio da lei 13.576, que estabeleceu a Política Nacional de Biocombustíveis. Detalhes de seu funcionamento foram regulamentados ao longo de 2018 e 2019. As primeiras negociações de CBIOS aconteceram em 2020. (...) O objetivo central do RenovaBio é atender à meta de redução de emissões estabelecida pelo Brasil no Acordo de Paris, que inclui o aumento da participação de biocombustíveis para 18% da matriz energética até 2030. Esse patamar era de 5,3% para o etanol e 1,1% para o biodiesel em 2015, quando o acordo foi assinado” (CARDIAL e VIRI, 2023).

passando pela fase industrial) (CARDIAL e VIRI, 2023). Quanto mais “ambientalmente correta” a origem⁶⁴ e quanto mais eficiente a produção e o transporte, mais CBIOs são gerados na operação. Então, um escriturador (banco ou instituição financeira) emite e registra os CBIOs na bolsa de valores, que passam a ser negociados via B3⁶⁵, e cujos preços oscilam conforme a demanda e a oferta disponível (CARDIAL e VIRI, 2023). Por fim, o crédito circula pelo mercado até ser aposentado pelo comprador, que pode então descontar aquela tonelada de CO₂-eq da sua carteira de emissões.

Embora haja um consenso acerca da utilidade e positividade da lógica do RenovaBio na descarbonização do setor de combustíveis, o mercado ainda está em fase de amadurecimento e aprendizagem. A cotação dos CBIOs tem oscilado bastante, partindo de R\$ 15 nas primeiras negociações em 2020 até alcançar o pico de R\$ 200 em junho de 2022, e girando em torno de R\$ 100 desde o início de 2023 (CARDIAL e VIRI, 2023). Parte dessa volatilidade, no entanto, é explicada pelo fato das metas de compra dos CBIOs serem constantemente revisadas (e rebaixadas) pelo Governo. No ano inaugural do programa, a pandemia derrubou o consumo de combustíveis, levando a um ajuste nas metas já de largada; e, enquanto a “previsão inicial era de que, em 2023, 42,35 milhões de CBIOs seriam aposentados pelas distribuidoras, o Ministério de Minas e Energia (MME) reduziu a meta para 37,47 milhões de créditos” (CARDIAL e VIRI, 2023). Além disso, a falta de definição legal acerca da natureza jurídica dos CBIOs (que são reconhecidos genericamente como “ativos financeiros”) gera incertezas tributárias e limita o escopo do mercado às entidades reguladas pelo programa.

Por fim, é importante ressaltar que os CBIOs não podem ser utilizados para compensar emissões de GEEs fora do setor de combustíveis fósseis englobado pelo RenovaBio: além de existirem diferenças essenciais na metodologia de certificação e emissão de CBIOs em comparação aos outros créditos de carbono, o CBIO é uma política setorial que foca na intensidade de carbono de uma fatia da economia, e não na redução absoluta das emissões (CARDIAL e VIRI, 2023). Isso sem contar com a falta de adicionalidade do instrumento – mesmo sem o incentivo financeiro, a maior parte dos biocombustíveis é economicamente

⁶⁴ As usinas, por exemplo, “precisam garantir que a matéria-prima utilizada na fabricação dos biocombustíveis vem de áreas livres de desmatamento e que tem Cadastro Ambiental Rural (CAR) regularizado. É uma forma de incentivar o controle sobre a cadeia de produção (...) ‘na cadeia da cana, em que as usinas compram direto do produtor de cana, é fácil rastrear e a elegibilidade média é da ordem de 90%. Quando eu vou para a soja, em que há vários elos na cadeia até chegar ao produtor de biodiesel, ela cai para menos de 30%’ “ (CARDIAL e VIRI, 2023).

⁶⁵ De acordo com dados da B3, no início de 2023, havia cerca de 24 milhões de CBIOs circulando na bolsa (CARDIAL e VIRI, 2023).

viável e tem cadeias de produção já bem estabelecidas. Ou seja, na luta contra a emergência climática, os CBIOS ficaram restritos ao campo dos combustíveis fósseis.

II.d – Os contextos legais: normas brasileiras, diretrizes fluminenses e compromissos cariocas

As tabelas abaixo elencam as principais normas e diretrizes já existentes⁶⁶ que podem ter um impacto relevante no incentivo à criação, na manutenção e na definição da sistemática de eventuais mercados de carbono – e não só no nível federal, como também nos níveis estadual e municipal:

| Esfera: Federal | |
|--------------------|---|
| Norma | Disposição e relevância |
| Lei 12.187 de 2009 | Estabelece a Política Nacional de Mudança Climática (PNMC) , prevendo importantes instrumentos, como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, e firmando o compromisso do Estado pela compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático. |
| Lei 12.114 de 2009 | Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima , cujos recursos, dentre outras atividades, podem ser alocados para financiar projetos de carbono ⁶⁷ . |
| Lei 12.651 de 2012 | Estabelece o mais recente Código Florestal . Apesar de ser criticado por ambientalistas por ter levado a um retrocesso da legislação florestal, a lei trouxe um conceito de créditos de carbono (que seriam um “título de direito sobre bem intangível e incorpóreo transacionável” – Art. 3, XXVII) e ainda previu um mercado de pagamento por serviços ambientais ⁶⁸ , que poderia encampar projetos do tipo REDD+. |
| Dec. 9.073 de 2017 | Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que nada mais é do que o principal tratado internacional sobre o tema. Como já dito, o Artigo 6º do Acordo prevê a criação de um Sistema de Comércio de Emissões global, do |

⁶⁶ Publicadas até 30 de maio de 2024.

⁶⁷ Mais especificamente, “projetos de redução de emissões de carbono pelo desmatamento e pela degradação florestal, com prioridade para áreas naturais ameaçadas de destruição e relevantes para estratégias de conservação da biodiversidade”; “pagamentos por serviços ambientais às comunidades e aos indivíduos cujas atividades comprovadamente contribuam para a estocagem de carbono, atrelada a outros serviços ambientais”; “sistemas agroflorestais que contribuam para redução de desmatamento e absorção de carbono por sumidouros e para geração de renda” e “criação, recuperação e ampliação das áreas verdes urbanas” (conforme Artigo 7º do Decreto 9578 de 2018, que consolidou todos os atos normativos editados pelo executivo dispendo sobre o Fundo Clima e sobre a PNMC).

⁶⁸ “Art. 41. É o Poder Executivo federal autorizado a instituir, (...) I - pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente: (a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; (...) (e) a regulação do clima. (...) §5º O programa relativo a serviços ambientais previsto no inciso I do caput deste artigo deverá integrar os sistemas em âmbito nacional e estadual, objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais”.

| | |
|------------------------|--|
| | qual (eventual) mercado regulado brasileiro poderia participar. |
| Lei 13.576 de 2017 | Instituiu o RenovaBio , estudado na seção anterior. |
| Lei 14.119 de 2021 | Criou a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais , que prevê o pagamento por programas de “manejo sustentável de sistemas agrícolas, agroflorestais e agrossilvopastoris que contribuam para captura e retenção de carbono e conservação do solo, da água e da biodiversidade” (Art. 7º, VI). |
| Lei 14.590 de 2023 | Alterou a Lei 11.284 de 2006 (que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável), para permitir a comercialização de créditos de carbono (e exploração de outras atividades não madeireiras) em contratos de concessão de gestão de florestas públicas. |
| Resolução N° 4 de 2023 | Esta Resolução do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima “dispõe sobre a instituição de Grupo Técnico de Natureza Temporária com o objetivo de elaborar proposta de regulamentação e implementação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões – SBCE”. |
| Decreto n° 11.548/2023 | (Re)criou a Comissão Nacional para REDD+ , com o objetivo de coordenar a Estratégia Nacional para REDD+ e a elaboração dos requisitos para o acesso a pagamentos por resultados de REDD+ no âmbito do mercado de carbono da ONU. |

| Esfera: Estadual (RJ) | |
|------------------------------|--|
| Norma | Disposição e relevância |
| Lei 5.690 de 2010 | Essa lei instituiu a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável que, mesmo antes de ser emendada e ampliada ⁶⁹ , já previa o desenvolvimento de um mercado de carbono estadual (Art. 8º e 9º). |
| Lei 9.971 de 2023 | Ratificação do protocolo de intenções firmado entre os governadores de todos os estados brasileiros (mais o distrito federal) para a constituição do Consórcio Interestadual Sobre o Clima (Consórcio Brasil Verde) . |
| Lei 9.972 de 2023 | Essa lei criou a Política Estadual de Desenvolvimento Florestal , que prevê a utilização de créditos de carbono como um dos meios de instrumentalizar a recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento de serviços ambientais ecossistêmicos (Art. 3º, III, c da Lei). |
| Dec. 48.725 de 2023 | Dispõe sobre a coordenação e integração das iniciativas relacionadas à geração de créditos de carbono e de outros ativos ambientais no estado, dando o primeiro passo em direção à implementação do Artigo 8º do Plano de Mudanças Climáticas Estadual. |

⁶⁹ Pela Lei 9.072 de 2020.

| Esfera: Municipal (Rio de Janeiro) | |
|--|---|
| Norma | Disposição e relevância |
| Lei 4.969 de 2008 | Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos sólidos no Município e, nos seus artigos 3º, VI e 42 prevê a comercialização de créditos de carbono advindos da energia gerada pelos resíduos. |
| Lei 5.248/2011 | Esta lei estabeleceu a Política Municipal de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável , incluindo a obrigatoriedade de realização de inventários de emissão de GEEs a cada quatro anos a partir de 2012, criando o Fundo Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável (que ainda aguarda regulamentação) e ainda prevendo a possibilidade de geração de receita a partir da exploração de créditos de carbono (Art. 10, V). |
| Plano de Ação Climática | Lançado em 2021, o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro estabelece a meta de transformar a cidade em net-zero até 2050, traçando planos setoriais detalhados e esquemas de monitoramento e avaliação para transformar essa ambição em realidade. O plano prevê, inclusive, a articulação entre a cidade o estado e a União para implementação de um mercado de carbono nacional ⁷⁰ . |
| Grupo C40 | Desde 2007, quando formalizou o Protocolo de Intenções de Luta Contra o Aquecimento Global via o Decreto 27.595, o Rio é membro do Grupo C40 de Cidades para Liderança Climática , que reúne quase 100 cidades engajadas no cumprimento das metas do Acordo de Paris. A permanência da cidade no grupo depende do cumprimento das suas metas de descarbonização, como previsto no Plano de Ação Climática (acima). |
| Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia | Compreendendo mais de 1 bilhão de habitantes espalhados por 13 mil cidades ao redor do mundo, o pacto prevê a submissão de um inventário de emissões de GEEs atualizado a cada dois anos. |
| Dec. 48.941 de 2021 | Institui o Fórum de Governança Climática e o Programa de Governança Climática , com vistas a promover o desenvolvimento de baixo carbono da cidade, mencionando projetos de sequestro e estoque de carbono para atingir esse fim. |
| Dec. 48.995 de 2021 | Este decreto criou o Grupo de Trabalho Bolsa Verde do Rio , especificamente voltado para “empreender estudos, realizar análises e propor ações e projetos relacionados ao desenvolvimento de um mercado de créditos de carbono na cidade do Rio de Janeiro” ⁷¹ . |
| Lei 7.315 de 2022 | Esta Lei reconheceu o Estado de Emergência Climática global e |

⁷⁰ Além de outras medidas relevantes, como a criação de mecanismos de precificação de carbono em apoio a iniciativas da Prefeitura do Rio de Janeiro em quatro setores (energia, resíduos, transportes e reflorestamento) e compatibilização de fundos municipais existentes passíveis de acolherem projetos com potencial de mitigação de emissões (PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2021).

⁷¹ Embora o mercado voluntário carioca não tenha saído do papel, o trabalho do GT gerou outros frutos, como a realização do primeiro leilão global de créditos de carbono provenientes de micromobilidade urbana (os créditos foram vendidos pela *startup* Tembici, aquela das bicicletas laranjas que rodam a cidade) e a Lei do ISS Neutro.

| | |
|----------------------------------|---|
| | estabeleceu a meta de neutralização das emissões de gases de efeito estufa no Rio de Janeiro até 2050 , criando também a obrigação do novo Plano Diretor da Cidade (Lei Complementar 270 de 2024) de fazer referência ao Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade (mencionado acima). |
| Lei 7.907 de 2023 | Essa é a Lei do ISS Neutro – possivelmente a norma mais relevante dessa lista quanto à capacidade de incentivo à indústria do carbono. Afinal, a Lei prevê a redução, “de 5% para 2%, da alíquota do ISS que incide sobre as atividades de desenvolvimento, registro e auditoria de projetos de créditos de carbono”, objetivando que as empresas participantes desse ecossistema se instalem na cidade. O Programa do ISS Neutro foi regulamentado pelo Decreto Rio nº 53.288 de 2023 e ainda contou com um edital em que empresas puderam receber créditos tributários em troca de emissões compensadas por créditos de carbono (o período de habilitação se encerrou no dia 30 de maio de 2024). |
| Decretos 53.633 e 53.634 de 2023 | Criados no âmbito do Programa de Governança Climática e do PDS, esses decretos instituíram a Estratégia de Neutralização de Carbono e o Orçamento Climático da cidade. |
| Dec. 53.701 de 2023 | “Institui o Programa de Registro e Comunicação da Ação Climática Local da Cidade do Rio de Janeiro - PROCLIMA.RIO ... com o objetivo de garantir a contabilização, a transparência e o reconhecimento de órgãos e entidades [<i>governamentais e privadas</i>] que implementarem iniciativas de redução de emissões de gases de efeito estufa”. |

(Tabelas de elaboração própria).

CAPÍTULO III – Mercado de carbono & Baía de Guanabara: dá *match*?

Tendo traçado (i) um panorama acerca dos problemas sociais, ambientais e políticos que assolam a Baía de Guanabara e (ii) uma visão geral acerca do mercado de carbono e de seu *status* no Brasil, nos resta responder uma das perguntas-chave deste trabalho: é possível relacionar a Baía de Guanabara com os mercados de créditos de carbono?

Para tanto, é necessário: primeiro, entender os efeitos das mudanças climáticas na baía; segundo, analisar o impacto climático dos principais setores econômicos e *players* localizados na região; e, terceiro, estudar o potencial dos biomas da Baía de Guanabara na geração de créditos de carbono (e como esses projetos repercutiriam no meio ambiente e na sociedade).

III.a – Mudanças climáticas e Guanabaras distópicas

Como já visto, os créditos de carbono são um instrumento financeiro que visa incentivar (monetariamente) a luta contra as mudanças climáticas, a partir de medidas de redução de emissão e/ou sequestro de GEEs. Quando consideramos os impactos do aumento da temperatura previstos para as próximas décadas na cidade do Rio de Janeiro, a relação entre baía e créditos de carbono fica mais evidente.

Segundo a “Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro”, elaborado pela SMAC em parceria com a COPPE/UFRJ, os principais “perigos” climáticos que a cidade já enfrenta (elevação do nível do mar, escorregamento de massa, ilhas e ondas de calor, inundação e estiagem e secas) serão potencializados pelas mudanças climáticas ao longo do século:

A CRJ possui histórico de desastres naturais recorrentes indissociável da forma como se processou a expansão da malha urbana, que favoreceu a elevada concentração de pessoas e edificações entre os morros e o mar, lagoas e baías, frequentemente em áreas de risco de inundação e escorregamento de massa ou muito expostas a agentes oceânicos, como ressacas. (...) A peculiar topografia condicionou a expansão urbana, incluindo a malha de ruas e avenidas, que, por seu turno, orientou o espraiamento radial da Cidade, a partir do litoral. O processo de produção do espaço urbano tornou frequente a prática de desmonte de morros, ocupação das encostas, drenagem de áreas úmidas e redefinição do contorno da orla por sucessivos aterramentos, o que contribuiu para o aumento da exposição de pessoas e do patrimônio público e privado aos perigos climáticos. Nesse contexto, ao promover a extensiva alteração dos espaços naturais e a não priorização da implantação de espaços livres/ verdes, foi comprometida uma gama de serviços ecossistêmicos, a exemplo da preservação dos recursos hídricos, manutenção da estabilidade de encostas e o arrefecimento do calor intraurbano. (...) A iniquidade social e a insuficiência de políticas habitacionais são fatores que, da mesma forma, agravam a vulnerabilidade, ao induzir a população carente a ocupar áreas de risco (encostas, áreas propensas a inundações), onde, inclusive, a provisão de infraestruturas e serviços urbanos é deficitária. Por outro lado, é importante salientar que a população de maior renda também ocupou áreas de risco,

como as encostas, a faixa marginal de lagoas e áreas costeiras. A diferença entre ambas as classes reside na capacidade de lidar com os perigos climáticos (2016).

Embora não seja possível afirmar que todos os eventos extremos que assolam a cidade são desencadeados *diretamente* pelo aquecimento global (afinal, a própria dinâmica de ocupação desordenada da cidade concentrou a população em áreas naturalmente mais propensas a desastres do tipo), é fato que os problemas que enfrentamos hoje nos dão um vislumbre da magnitude (e da maior frequência) dos problemas que enfrentaremos amanhã.

Segundo o estudo “Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas”, elaborado uma década atrás pela INPE e pela UNICAMP, “a análise de séries históricas na capital mostra que as chuvas intensas estão mais frequentes e os totais pluviométricos anuais estão em elevação” (INPE e UNICAMP, 2011). As projeções também indicavam “aumento da maior temperatura máxima anual e da frequência de ocorrência de dias e noites quentes, redução de dias e noites frios e aumento da duração das ondas de calor” (INPE e UNICAMP, 2011). Hoje, já começamos a sentir essas alterações na pele, com ondas de calor recorrentes e cada vez mais corriqueiras, frequentemente alcançando temperaturas superiores a 40°C.

| Presente | Futuro |
|---|---|
| Aumento da temperatura anual máxima | Intenso aquecimento no verão |
| Aumento da temperatura média | Encurtamento do período frio |
| Maior frequência de dias mais quentes | Maior frequência de dias e noites mais quentes |
| Menor frequência de dias mais frios | Redução da precipitação |
| Ondas de calor mais duradouras | Redução da frequência de eventos extremos de precipitação |
| Maior frequência de eventos de precipitação intensa | Aumento na duração de períodos secos |

Previsões do clima da cidade do Rio de Janeiro, no cenário de curto e médio prazo (“presente” – até 2050) e longo prazo (“futuro” – 2050 em diante) (SMAC e COPPE, 2016).

Além disso, o aumento das temperaturas globais se traduz na elevação do nível do mar⁷², que pode ter impactos catastróficos e bilionários (afinal, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro é a maior aglomeração urbana da costa brasileira). E não é ficção científica: segundo dados recém-divulgados pela *Human Climate Horizons* (HCH – da ONU), cerca de 5% da cidade do Rio de Janeiro estarão submersos até 2050, resultado de um aumento de 20 cm do nível do mar e da Baía de Guanabara (HCH, 2023)⁷³.

⁷² Além do derretimento das calotas polares, a água quente se expande e fica mais volumosa.

⁷³ Até 2100, estima-se que o nível do mar suba 48 cm (HCH, 2023).

Na prática, as zonas costeiras de baixa elevação (leCZ, na sigla em inglês)⁷⁴ e baixadas alagáveis são as áreas mais propensas às marés meteorológicas (ondas e ressacas produzidas por ciclones no atlântico sul) e às inundações (amplificadas pelo assoreamento dos rios e entupimento dos sistemas de drenagens durante as chuvas):

Três áreas se destacam como mais vulneráveis a alterações na linha de costa e outras de suas características ambientais. Essas são: o litoral do Município do Rio voltado para a Baía de Sepetiba; a Baixada e o Sistema Lagunar de Jacarepaguá, também no Município do Rio; e, numa área que abrange os Municípios de Guapimirim, Magé, Itaboraí e São Gonçalo, a porção nordeste da linha de costa da Baía de Guanabara, onde se localiza a APA de Guapimirim, conhecida pela extensa vegetação de mangue. (...) Os dados mostram que Rio de Janeiro, São Gonçalo e Guapimirim seriam os municípios com maior dimensão de áreas atingidas, considerando os três cenários. No cenário mais pessimista, de aumento de 1,5m do nível do mar, o Município do Rio chegaria a ter mais de 10% de sua área total atingida; São Gonçalo, 8%; e Guapimirim, 6% (MANDARINO e ARUEIRA, 2012).



Zonas costeiras de baixa elevação na região metropolitana do rio de janeiro (em amarelo) (MANDARINO e ARUEIRA, 2012).

Nas vizinhanças das leCZ, temos ainda grandes empreendimentos (com significativo potencial poluidor) como o antigo Comperj (Complexo petroquímico do Rio de Janeiro, atualmente chamado de Gaslub) e a Reduc (refinaria de duque de Caxias), sem contar com a preocupante situação dos aterros sanitários situados em áreas potencialmente alagáveis⁷⁵.

⁷⁴ São as áreas contíguas à linha de costa, que tenham altitude menor do que 10 metros acima do nível do mar. Cerca de 18% da área da região metropolitana do Rio de Janeiro se enquadra nessa definição (MANDARINO e ARUEIRA, 2012).

⁷⁵ Segundo estudo do INPE e UNICAMP, “o pior cenário será o de combinação de fortes tempestades com marés de sizígia. Nessa situação, a elevação do nível da Baía de Guanabara e a expansão do espelho d’água impedirá que os atuais sistemas de drenagem de águas pluviais funcionem adequadamente, retendo o chorume e a água de chuva nos aterros. Essa retenção poderá causar erosões nos taludes acabados, infiltração de água nos maciços de lixo, desestabilização dos taludes e finalmente, a ruptura dos aterros, com o chorume sendo

Além disso, o próprio ecossistema (já fragilizado) da Baía de Guanabara deve sofrer com o aumento das temperaturas, do nível do mar e das chuvas. No estudo que elaborou a Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da cidade, são listados os principais impactos ambientais que serão enfrentados pela Baía no médio e longo prazo:

Presente: Precipitações extremas contribuem para o assoreamento da orla das baías, com a progressiva redução de profundidade. Chuvas fortes também concorrem para a maior disponibilização de nutrientes inorgânicos provenientes de esgotos sanitários e efluentes industriais, levando ao incremento da biomassa de cianobactérias, com a subsequente redução da oxigenação na coluna d'água, alterações na composição da biota aquática e a descaracterização paisagística. Nas partes mais rasas, com taxa de renovação das águas restrita, temperaturas consistentemente elevadas, por ocasião de ondas de calor, contribuem para a redução da capacidade de diluição do oxigênio. Como em tais regiões a concentração de nutrientes é elevada, ocorre a mortandade de peixes, ocasionalmente. Na estação mais seca, a redução da vazão de base de rios promove alterações na estrutura e composição da fauna marinha, pela redução da capacidade de diluição da concentração de poluentes. Ressacas são responsáveis pela erosão da orla e destruição de infraestruturas. A disponibilização de metais pesados, por ressuspensão de sedimentos contaminados, potencializa a bioconcentração e biodisponibilização.

Futuro: Cenários de chuvas mais fortes e frequentes podem potencializar o assoreamento das baías, pela intensificação de processos erosivos nas bacias hidrográficas drenantes. Temperaturas consistentemente altas poderão influenciar a circulação das correntes marinhas, a salinidade e a dinâmica de circulação e deposição de sedimentos. Temperatura em elevação, aliada à redução pluviométrica, podem promover alterações na estrutura dos ecossistemas e deterioração de habitats. A redução da vazão dos rios, por ocasião de estiagens e secas severas, em associação à elevação do nível médio relativo do mar e marés meteorológicas mais altas, tende a favorecer o aumento da intrusão salina nas regiões estuarinas. A maior frequência e intensidade de tempestades pode resultar no aumento da altura das ondas e marés meteorológicas, que, potencializadas pela elevação do nível médio relativo do mar, aumentam as chances de erosão e destruição de estruturas na orla, pela diminuição da faixa de areia e inundação da zona costeira, podendo ocorrer, inclusive, reversão do sentido do fluxo de rios. A elevação do nível médio do mar deve interferir na translação das praias abrigadas em direção à terra e reduzir a faixa de areia. Poderá ocorrer a ruptura do cordão litorâneo da Marambaia, na Baía de Sepetiba, em função da possível passagem de ciclone extratropical próximo (SMAC e COPPE, 2016).

Por óbvio, os cenários climáticos previstos para as próximas décadas se traduzem em uma série de vulnerabilidades socioeconômicas, agravando problemas decorrentes da urbanização desorganizada da cidade, e ainda causando sérios impactos na infraestrutura de serviços públicos (como drenagem urbana⁷⁶, saneamento básico e gestão dos resíduos sólidos) (INPE e UNICAMP, 2011). E, além dos efeitos diretos na saúde humana (“como reações

carregado em grandes quantidades para a Baía de Guanabara. No Aterro de Gramacho, a situação é ainda mais crítica, pois ele está localizado próximo à foz dos rios Iguaçú e Sarapuí. Uma ruptura do aterro com o consequente assoreamento do leito desses rios poderá ocasionar o alagamento de grandes áreas na Baixada Fluminense, com prejuízos humanos e materiais incalculáveis (...). O principal aterro para resíduos industriais perigosos do Estado, localizado em Belford Roxo, também fica às margens do Rio Sarapuí, em área potencialmente alagável” (2011).

⁷⁶ A maior frequência de eventos extremos acarretará a provável sobrecarga e falha dos atuais sistemas de resposta, já que as “maiores precipitações aumentarão as vazões geradas pelo ambiente urbano impermeabilizado (...) e a elevação do nível mar poderá restringir a descarga do sistema de drenagem” (INPE e UNICAMP, 2011).

fisiológicas⁷⁷ a ondas de calor ou acidentes decorrentes de inundações ou deslizamentos de terra”), as mudanças climáticas também afetarão a “produção de alimentos, a oferta e a qualidade de água e a ecologia de vetores de doenças infecciosas” (como leptospirose e dengue, por exemplo) (INPE e UNICAMP, 2011).

Estes, portanto, são os desafios que serão enfrentados ao longo do século.

Em uma encruzilhada de elevação do nível do mar, inundações, escorregamentos de massa, ilhas/ondas de calor, estiagens e secas, parece que o Rio de Janeiro está caminhando em direção à catástrofe. Contudo, a própria *previsão* desses desafios e mapeamento de suas *potenciais soluções* são um ótimo sinal, demonstrando que o poder público (pelo menos em tese) pretende tomar providências de mitigação e adaptação da cidade a estes novos cenários. Afinal, os “eventos extremos” se tornam cada vez mais cotidianos, impondo às cidades o dever de estudá-los e integrá-los à gestão pública⁷⁸. Mesmo assim, segundo um levantamento feito pelo Painel Climático da Casa Fluminense, a cidade do Rio de Janeiro é o único município em todo o Estado do RJ que possui um plano de resposta às mudanças climáticas⁷⁹ (DIÁRIO DO RIO, 2023).

Por fim, considerando os impactos previstos, também faz sentido localizar parte da luta contra as mudanças climáticas na cidade, especialmente quando tais estratégias de redução ou sequestro de GEEs poderiam ajudar a financiar uma atuação paralela, convergente e sinérgica à do estado. Assim, projetos de créditos de carbono sediados na Baía de Guanabara trabalhariam para além de zerar a pegada de carbono da metrópole, resultando em mais intervenções de mitigação e adaptação às mudanças climáticas no próprio cenário urbano.

III.b – Baía econômica: setores, agentes e os mercados de carbono

Tendo em vista os presentes e futuros desafios impostos pelas mudanças climáticas na dinâmica da cidade e da Baía, surge a seguinte questão: existe alguém (ou algo) a ser

⁷⁷ E também psicológicas. Segundo a OMS, “as mudanças climáticas representam sérios riscos para a saúde mental e o bem-estar psicossocial. Sofrimento emocional, ansiedade, depressão, luto e comportamento suicida estão entre os problemas que o aumento acelerado das mudanças climáticas pode causar”, especialmente após eventos extremos que levam à “perda de pessoas queridas, de bens materiais – e, muitas vezes, da própria casa e dos meios de subsistência” (LUCENA, 2024).

⁷⁸ Sob pena de consequências devastadoras, como aquelas vividas nas recentes chuvas de maio de 2024, no Rio Grande do Sul. Segundo Caroline Prolo, “os gaúchos jamais vão se recuperar emocionalmente porque não existe cura para o apocalipse. Tragédias sociais climáticas são definitivas. Não podem ser indenizadas. Não há dinheiro no mundo que compense esse nível de sofrimento humano. O povo gaúcho se martirizou para dar um aviso para o mundo inteiro: a mudança do clima é uma tragédia real e não vale a pena correr mais riscos” (2024).

⁷⁹ O Plano de Ação Climática, já mencionado no capítulo anterior, utilizou como base teórica e metodológica a Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas, desenvolvido pela SMAC e COPPE/UF RJ.

responsabilizado? Considerando, por exemplo, o escopo amplo da responsabilização por danos ambientais⁸⁰, seria possível, a partir de uma análise do impacto climático das principais indústrias e *players* localizados na região, atribuir uma parcela de culpa (e de responsabilidade) a cada um desses atores/setores? Além disso, quais seriam os mecanismos de eventuais compensações e contraprestações ambientais?

É claro que todas essas perguntas vão além do presente trabalho e, para serem abordadas em detalhe, demandariam uma nova pesquisa por inteiro. Contudo, ainda vale a pena resgatar o panorama das principais atividades poluidoras na região da Baía de Guanabara, para buscar entender se os créditos de carbono poderiam desempenhar algum papel na mitigação dos impactos negativos desses setores econômicos⁸¹.

Começemos, portanto, com o setor que mais afeta, *diretamente*, a saúde das águas da Baía de Guanabara: saneamento. Como já visto em seções anteriores, após o edital de concessão da Cedae, grande parte das atividades de tratamento das águas e esgotamento sanitário no estado do RJ passou para a iniciativa privada – e, hoje, nas adjacências da Bacia Hidrográfica da Guanabara, atuam as seguintes empresas:

- (i) Águas do Rio, responsável pelo saneamento no Centro e nas Zonas Norte e Sul da cidade do Rio, além de vários outros municípios na Região Metropolitana (como Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Magé e São Gonçalo, entre outros localizados no entrono da baía);
- (ii) Iguá, que atua no Complexo Lagunar de Jacarepaguá;
- (iii) Fontes da Serra, responsável pelo saneamento no Município de Guapimirim; e
- (iv) Águas do Brasil, com atuação em Petrópolis, Niterói e parte da Zona Oeste da cidade do Rio.

O primeiro e mais abrangente objetivo que todas essas empresas têm em comum é o de cumprir com a meta de universalização dos serviços de tratamento de esgoto e oferta de água. A Águas do Rio, por exemplo, pretende investir R\$ 24,4 bilhões para atingir essa meta em 2033 (ÁGUAS DO RIO, 2024).

⁸⁰ Todos aqueles que concorrem para a degradação da qualidade ambiental, direta ou indiretamente, respondem objetivamente pela integralidade do dano causado. Assim, basta a comprovação do dano e do nexo causal para caracterizar a obrigação de indenizar (ou reparar) o bem jurídico lesado e, nas palavras do Ministro Herman Benjamin, "para o fim de apuração do nexo de causalidade no dano ambiental, equiparam-se quem faz, quem não faz quando deveria fazer, quem deixa fazer, quem não se importa que façam, quem financia para que façam, e quem se beneficia quando outros fazem".

⁸¹ Não obstante, convém fazer a distinção entre atividades que (i) poluem *diretamente* a Baía (via a contaminação das águas por esgoto não tratado, plásticos e efluentes industriais) das atividades que implicam em (ii) *impactos indiretos* na saúde do corpo hídrico, relacionados à emissão de GEEs e às mudanças climáticas. Evidentemente, a relação entre créditos de carbono e atividades econômicas na baía é muito mais clara naquelas que se encaixam no item "ii".

Para tais empresas, suas metas, objetivos e obrigações regulatórias são focadas no importante papel de impulsionar o desenvolvimento socioeconômico através da universalização do saneamento e da promoção da segurança hídrica, deixando a questão climática um pouco de lado. Primeiro, porque os serviços de saneamento básico por si só já resultam em grandes ganhos ambientais, na medida em que promove a melhoria dos corpos hídricos e a proteção da biodiversidade ligada a esses ecossistemas. Segundo, porque os processos de saneamento não são atividades de alta emissão de GEEs. Assim, tomando novamente como exemplo a Águas do Rio, a “Política de Sustentabilidade AEGEA” (da sua controladora), faz uma simples menção ao compromisso organizacional de “redução do consumo de energia em suas operações (...) e adoção de tecnologias e processos para reduzir e/ou neutralizar gases de efeito estufa gerados nos processos de tratamento de água e esgotos” (AEGEA, 2024).

Nesse contexto, para as empresas de saneamento que atuam na Bacia Hidrográfica da Guanabara, os créditos de carbono teriam uma importância maior para cumprir eventuais metas internas de neutralização das emissões decorrentes do consumo de energia das instalações – podendo ter, ainda, reflexos indiretos na qualidade das águas, caso os projetos de captura e estoque de carbono lidem com o reflorestamento de matas ciliares (evitando o assoreamento dos rios) ou de manguezais (que ativamente filtram as águas do seu ecossistema).

Agora, diferentemente da questão do tratamento de esgoto, em que cada empresa é responsável pelo saneamento de uma localidade, a poluição plástica é de mais difícil individualização. Afinal, existe uma ampla gama de vetores desse tipo de contaminação, como (i) atividades industriais e portuárias; (ii) estações de tratamento de esgoto incompletas e moradias irregulares; (iii) pesca e aquicultura; (iv) disposição e gestão inadequada de resíduos sólidos; e (v) sistema de drenagem urbana (que, em tempos de chuva, leva sedimentos e resíduos aos rios e à baía) (SILVA *et al*, 2023). A tabela abaixo demonstra a complexidade do problema, elencando as diferentes tipologias dos microplásticos presentes na baía, as suas procedências, vias de entrada e, ainda, os pontos de interesse para eventuais tomadas de ação de mitigação e controle desses poluentes plásticos:

| Tipologias | Procedências | Vias de entrada | Pontos de interesse |
|------------------------|---|--|--|
| Pellets e microesferas | Produtores de plásticos, fabricantes e recicladores | Incidentes na produção ou transporte | Portos e indústrias |
| | Cosméticos e produtos de higiene pessoal | Esgoto (tratado e não tratado) | Estações de tratamento de efluentes e moradias irregulares |
| Fibras | Lavagem de tecidos sintéticos | Esgoto (tratado e não tratado) | Estações de tratamento de efluentes e moradias irregulares |
| | Equipamentos de pesca | Perda durante atividades | Locais de pesca e aquicultura |
| Borrachas | Abrasão de pneus | Drenagem urbana e vento | Sistema de drenagem urbana |
| Fragmentos | Desgaste de marcações rodoviárias | Drenagem urbana e vento | Sistema de drenagem urbana |
| | Revestimento marinho | Exposição ao tempo e incidentes durante aplicação | Portos, estaleiros e docas |
| | Equipamentos de pesca | Perda durante atividades | Locais de pesca e aquicultura |
| | Embalagens e descartáveis plásticos | Disposição e gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos | Lixões a céu aberto, aterros e descarte irregular de lixo |
| Espumas | Equipamentos de pesca | Perda durante atividades | Locais de pesca e aquicultura |
| | Embalagens, isopor e espumas de isolamento térmico | Disposição e gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos | Lixões a céu aberto, aterros e descarte irregular de lixo |
| Filmes | Sacolas plásticas e embalagens | Disposição e gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos | Lixões a céu aberto, aterros e descarte irregular de lixo |

(SILVA *et al.*, 2023)

É claro que, com tantos atores e possíveis responsáveis, a indicação das obrigações legais, regulatórias e voluntárias de todos esses setores econômicos iria muito além do escopo do presente trabalho (afinal, a cadeia de produção, uso, consumo e descarte de plástico engloba praticamente toda a população carioca e fluminense).

O mesmo também poderia ser dito para a questão dos efluentes industriais, uma vez que a individualização da responsabilidade ambiental de cada indústria – das cerca das 14 mil atualmente localizadas na bacia hidrográfica da Guanabara – seria impossível, especialmente no contexto desta pesquisa. Contudo, algumas grandes indústrias ainda assim se destacam pelo fato de, historicamente⁸², terem despejado quantidades significativas de efluentes nos rios e na baía⁸³.

Em ambos os casos, é difícil vislumbrar qual seria a relação entre os mercados de carbono com a poluição plástica e industrial na Baía.

*

⁸² Entre 1994 e 2004, nos anos do PDBG/PSAM, as 55 indústrias mais poluentes reduziram em 94% a carga de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), em 93% a carga de DQO (demanda química de oxigênio), em 97% a carga de óleos e graxas, e em 75,5% a carga de metais pesados nos efluentes descarregados nos corpos d'água, tornando o controle da poluição industrial a única verdadeira (porém parcial) vitória desses programas governamentais (UMCES, 2016).

⁸³ Dentre as indústrias listadas por Alencar (2021), estão: Reduc; Comperj; Bayer; Refinaria de Petróleo de Mangueiras; Eletroquímica Pan-Americana (Atual Katrium Indústrias Químicas S/A); Petroflex; a desativada Fábrica Bangu; Companhia Brasileira De Antibióticos; e a Atlantic Indústrias de Conservas. Para mais detalhes acerca do impacto específico destas empresas, ver a Tabela 1 no ANEXO I.

Em contrapartida, a relevância dos mercados de carbono fica muito mais evidente ao considerarmos os setores econômicos que, indiretamente (a partir da emissão de GEEs), contribuem para a piora da qualidade ambiental da Baía de Guanabara⁸⁴. Segundo o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro (PDS Rio), “a maior parte das emissões de GEEs da cidade se relaciona ao consumo de energia, com 71,74% das emissões decorrentes de energia estacionária (35,61% geradas por edificações e instalações, e pelo setor industrial) e de transporte (35,85% geradas por transporte rodoviário e aviação)” (2021)⁸⁵.

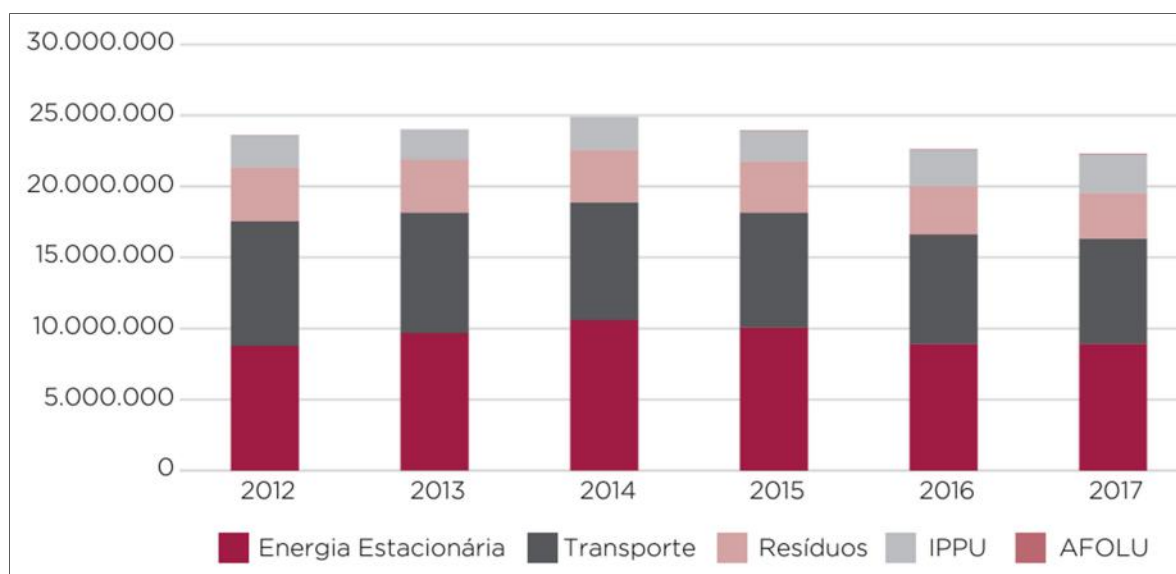


Gráfico de Emissões de GEEs da cidade do RJ por setor, em tCO₂-eq (PDS Rio, 2021)⁸⁶.

No setor de energia estacionária, cerca de 70% das emissões são devidas às indústrias de manufatura e construção, seguidas pelas indústrias de energia (como refinarias e usinas

⁸⁴ Nesses casos, os projetos de carbono poderiam mitigar o impacto climático desses setores econômicos.

⁸⁵ Como os dados são específicos à Cidade do Rio de Janeiro, retirados diretamente do inventário de emissões de GEE realizado pela Prefeitura, fica difícil extrapolar a realidade aqui retratada para as outras municipalidades da região metropolitana (e da bacia hidrográfica da baía de Guanabara). Afinal, cada espaço enfrenta as suas próprias questões locais. Contudo, considerando que a cidade do Rio é a mais populosa, concentrando grande parte da atividade econômica (e, conseqüentemente, poluente) do Estado, os dados da cidade servem como uma estimativa preliminar (embora ruda) da região metropolitana como um todo.

⁸⁶ “(1) Energia estacionária: contabiliza o consumo de energia elétrica e combustíveis em prédios, indústrias, atividades rurais, e na geração de eletricidade e transformação da energia; (2) Transportes: reporta emissões oriundas da queima de combustíveis fósseis nos motores dos veículos, transporte aquaviário e aéreo; do consumo de energia elétrica de metrô, trens, vLT e outros modais elétricos. (3) Resíduos: reporta emissões geradas pelo tratamento ao qual são submetidos os resíduos sólidos (disposição em aterros, incineração, queima a céu aberto, reciclagem ou compostagem); e os efluentes (tratamento biológico nas ETEs - estações de tratamento de esgotos, lançamento ao mar através de emissários submarinos, lançamento em corpos d’água e uso de fossas). (4) Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU): equivale às emissões da indústria, que ocorrem tanto no consumo energia estacionária, como nos processos produtivos. Na Cidade do Rio de Janeiro, foram consideradas apenas as siderúrgicas e indústrias de vidro. (5) Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU): contabiliza as emissões ocorridas por mudanças no uso do solo, incluindo a perda e ganho de cobertura vegetal, por meio de desmatamento ou reflorestamento e regeneração natural, além de atividades emissoras ligadas a agricultura e pecuária” (PDS Rio, 2021).

termoelétricas) e pelo setor agropecuário. No setor de transporte, cerca de 60% das emissões vêm do sistema rodoviário e os 40% restantes vêm do sistema aéreo (sendo o impacto dos sistemas ferroviário e aquaviário virtualmente insignificantes). No setor de resíduos, cerca de 85% das emissões são decorrentes dos aterramentos, enquanto as emissões residuais do tratamento do esgoto correspondem aos 15% restantes. Por fim, no setor de processos industriais, a produção de ferro e aço corresponde à quase totalidade das emissões (PDS Rio, 2021).

Os principais setores que contribuíram com as emissões do município foram o de transportes (7,37 milhões tCO_{2e} – 35,9%), de energia estacionária (7,32 milhões tCO_{2e} – 35,6%), e de resíduos (3,2 milhões tCO_{2e} – 15,8%) (IPP, 2019). As altas emissões do setor de transportes estão associadas à forte dependência de combustíveis fósseis, em especial para o subsetor de transporte rodoviário, com predomínio de gasolina (30%), óleo diesel (28,3%) e gás natural (26,5%) (IPP, 2019). As emissões no setor de processos industriais e uso de produtos (IPPU) resultaram em 2,6 milhões tCO_{2e} (PDS Rio, 2021).

Com esses dados em mãos, é possível definir os setores que mais podem ter uma interface com os mercados de carbono, seja para fins de cumprimento de metas internas e práticas ESG no mercado voluntário, seja para fins de cumprimento das obrigações legais que poderão advir do novo mercado regulado de carbono.

CAPÍTULO IV – Guanabara *powerhouse*: projetos de carbono na Baía

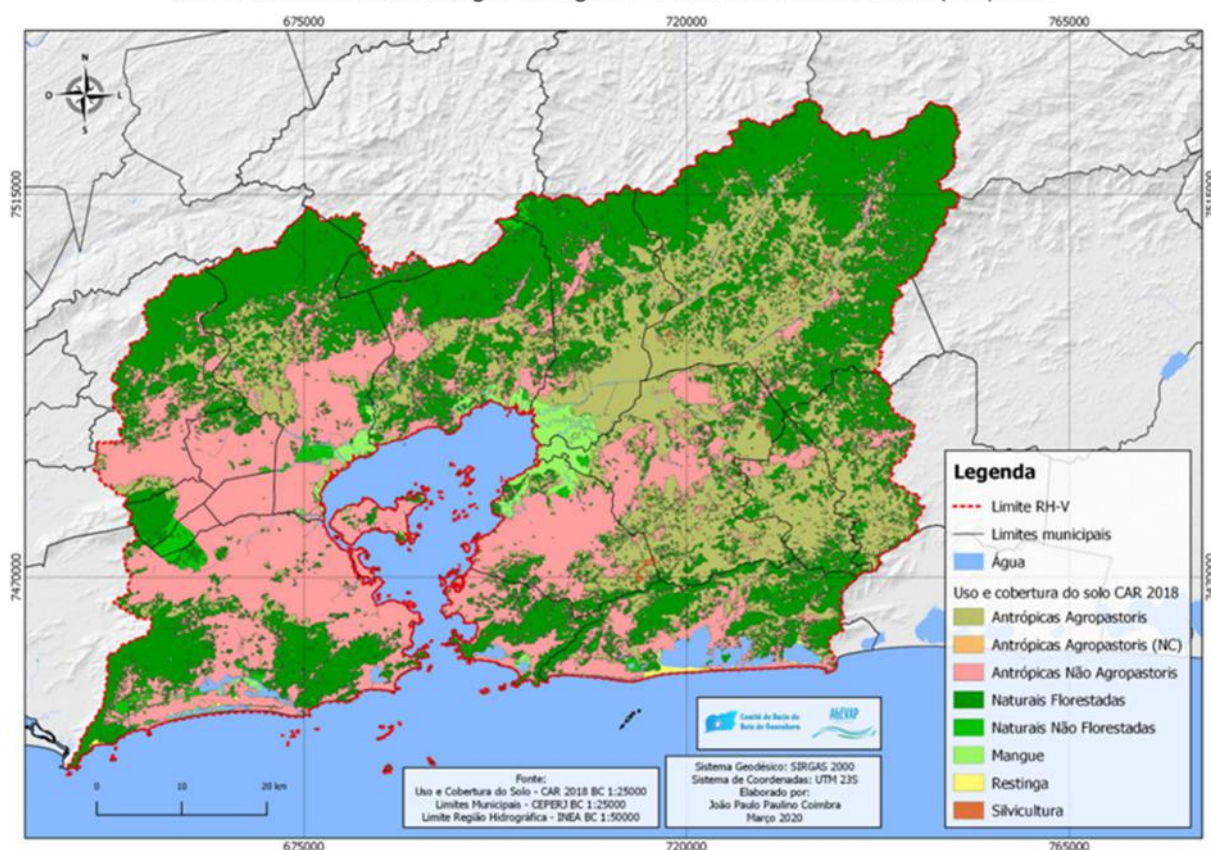
Nas duas seções anteriores, foram analisados os efeitos das mudanças climáticas na Baía de Guanabara, juntamente com um levantamento dos impactos ambientais e climáticos dos principais setores econômicos e *players* localizados na região. Assim, ainda buscando investigar a possível relação dos mercados de carbono com a Baía, nos resta explorar (i) o potencial dos próprios biomas da Baía de Guanabara na geração local de créditos de carbono e (ii) como esses projetos repercutiriam no meio ambiente e na sociedade.

Para abordarmos a primeira metade da equação, o “*Atlas da Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá*” é especialmente útil. Segundo o Atlas, elaborado pelo Comitê de Bacia da Baía de Guanabara (CBH-BG), “o uso e cobertura do solo na RH-V é predominantemente representado por áreas naturais florestadas, seguido pelas áreas antrópicas não agropastoris e pelas áreas antrópicas agropastoris” (2021). Ainda, com menor expressividade, “encontram-se as áreas naturais não florestadas⁸⁷, o mangue, a silvicultura, a restinga e as áreas antrópicas agropastoris não consolidadas” (CBH-BG, 2021). Enquanto as áreas naturais florestadas representam “áreas de florestas do bioma Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais”, localizados primordialmente nas UCs da região, as áreas antrópicas não agropastoris correspondem às diferentes áreas urbanas da metrópole, com diferentes níveis de densidade de ocupação, passando desde áreas de mineração e indústria a simples trechos de solo exposto (CBH-BG, 2021). Além disso, embora não tão representativos em termos de extensão, os mangues e as restingas têm relação íntima com a Baía de Guanabara e com a transição entre a terra e o mar.

Em porcentagens específicas, dos 4.814,87 quilômetros quadrados da RH-V, cerca de 39% dessa área é de cobertura natural florestada, 27% corresponde à áreas antrópicas agropastoris e mais 27% a áreas plenamente urbanizadas. Os mangues correspondem a um pouco mais de 2% do território, ocupando cerca de 100 km², enquanto a superfície dos rios e lagos (sem contar com o espelho da baía) corresponde à 1,5% da área total da RH-V. O mapa abaixo ilustra bem esses dados, mostrando a forte ocupação urbana no entorno e na parte oeste da baía:

⁸⁷ “Ecossistemas naturais como cordões arenosos, afloramentos rochosos, dunas, campos de altitude, entre outros” (CBH-BG, 2021).

Uso e cobertura do solo na Região Hidrográfica V - Cadastro Ambiental Rural (CAR) 2018



O mapa acima foi elaborado com base nos dados do CAR (Cadastro Ambiental Rural) de 2018 (CBH-BG, 2021). Uma tabela explicitando os números (área e porcentagem) do uso e cobertura na região se encontra no ANEXO I.

Com base nesses dados, depreende-se, a partir de uma simples análise de predominância geo-espacial, que os três principais “biomas” em que poderiam ser gerados créditos de carbono nos arredores da Baía de Guanabara correspondem (i) às áreas naturais florestadas, (ii) às áreas agropastoris e (iii) às áreas urbanizadas. Como é de se esperar, as diferentes características de cada tipo de uso e ocupação do solo influenciam diretamente na quantidade, qualidade e viabilidade dos créditos e projetos de carbono que poderiam ser desenvolvidos nas respectivas localidades.

IV.a – Créditos para reflorestamento

Dentre as **áreas naturais florestadas** da região, encontram-se diferentes formações vegetais naturais da Mata Atlântica, como as “Florestas Ombrófilas Densas (Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto Montana), Florestas Estacionais Semidecíduais (Terras Baixas, Submontana e Montana), Campos de Altitude, Savanas Estépicas Arborizadas, Restingas e Mangues” (INEA, 2018). Antes da colonização europeia, as florestas ombrófilas densas montanas correspondiam a cerca de 37% do território, enquanto as de terras baixas cobriam

47% da RH-V (CBH-BG, 2021). Contudo, com o passar dos séculos, quase toda a vegetação de terras baixas deu lugar à urbanização e à agricultura, ficando mais preservadas as florestas localizadas em terrenos de maior altitude e declive. Para fins de comparação com o mapa acima, outro mapa, representando a vegetação *potencial* da RH-V, foi incluído no ANEXO I.

De qualquer forma, da vegetação florestal (predominantemente concentrada nas serras e morros⁸⁸) que nos resta na RH-V, um pouco mais da metade se encontra dentro de Unidades de Conservação federais, estaduais ou municipais (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014). Essa distinção é relevante, pois, a depender da titularidade da terra em que a floresta se encontra, há uma variação do risco de degradação da vegetação. Em tese, as florestas não cobertas por UCs estariam mais ameaçadas pela expansão da malha urbana da região metropolitana do Rio, enquanto que as florestas protegidas e fiscalizadas pelos entes públicos teriam, além de um risco menor de redução, possibilidades maiores de recuperação florestal (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014). Embora essa afirmativa esteja bem próxima da realidade quando tratamos das UCs de Proteção Integral, a situação é mais problemática nas APAs (Áreas de Proteção Ambiental) e outras UCs de Uso Sustentável⁸⁹ (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014).

Ou seja, nas áreas de UC mais protegidas, a exploração de créditos de carbono faria menos sentido, já que não haveria tanta *adicionalidade* no projeto – uma área já florestada que não pode ser desmatada em hipótese alguma, contando ainda com uma gama de aparatos de proteção burocráticos e legais, tem pouco risco de ser degradada. Em compensação, projetos de desmatamento evitado provavelmente seriam muito mais factíveis em, por exemplo, áreas privadas onde a porção da propriedade florestada excede o mínimo da reserva legal (de 20%, na Mata Atlântica), especialmente no caso de a área estar perto de algum vetor de urbanização/desmatamento. Em certa medida, o mesmo poderia ser dito para UCs menos protetivas (de Uso Sustentável) e para as fronteiras e áreas no entorno das UCs de proteção integral, que normalmente também sofrem pressões provenientes da expansão da urbanização.

Além disso, o *risco de desmatamento* na área em que se pretende explorar créditos de carbono (que influi no critério da *adicionalidade* do projeto e, por extensão, na *precificação* e *qualidade* dos créditos) não é o único fator que impacta nas possíveis formas e modalidades de financiamento da preservação por meio de projetos do tipo. Afinal, nas UCs as florestas

⁸⁸ 84% das serras escarpadas e isoladas da RH-V são florestadas e, nos morros e colinas, esse valor é de 39% (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014). Já nas planícies, somente 14% tem cobertura florestal (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014).

⁸⁹ Que, inclusive, representam a maioria das UCs da RH-V (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014). Para uma análise das UCs presentes na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, mais um mapa foi incluído no ANEXO X. É interessante notar como a maioria das florestas existentes na região está, efetivamente, dentro das “bolsas” de proteção federal, estadual ou municipal.

estão em domínio público - e a exploração só é cabível mediante a celebração de contratos de concessões florestais (entre o desenvolvedor do projeto e o ente federado responsável pela administração da respectiva área).

Aliás, o caminho para a celebração desses acordos foi facilitado após a publicação da Lei Federal nº 14.590/2023, em maio de 2023. A norma alterou previsões Lei Federal nº 11.284/2006 (Lei de Gestão de Florestas Públicas), prevendo expressamente a possibilidade de geração de créditos de carbono pelo concessionário responsável pela unidade:

Art. 14-D - As concessões em unidades de conservação poderão contemplar em seu objeto o direito de desenvolver e comercializar créditos de carbono e serviços ambientais, conforme regulamento.

Como meio de modernizar a sistemática de financiamento das concessões florestais, a nova lei ainda trouxe a interessante possibilidade do BNDES “habilitar outros agentes financeiros ou Financial Technologies (Fintechs), públicos ou privados, para atuar nas operações de financiamento com recursos do FNMC (Fundo Nacional de Mudança do Clima), desde que os riscos da atuação sejam suportados por esses agentes financeiros” (Artigo 7º, parágrafo único da Lei Federal nº 14.590/2023) (BOECHAM, 2023). Considerando que os custos de reflorestamento ficam na casa dos R\$ 19 mil reais por hectare na Mata Atlântica (normalmente obrigando o desenvolvedor do projeto a buscar grandes áreas⁹⁰ para obter ganho de escala), essa abertura de novas vias de financiamento poderia vir a ser um diferencial para a efetivação de projetos de carbono em UCs (WAYCARBON, 2023).

Um exemplo recente de financiamento que foi feito nesses moldes (porém não em UC) é o da *startup* Re.Green, que obteve cerca de 187 milhões de reais para restaurar 12 mil hectares de florestas na Amazônia e na Mata Atlântica, por meio do programa “Arco da Restauração” do Governo Federal, anunciado na COP28 – e que promete investir R\$ 1 bilhão em reflorestamento (TEIXEIRA, 2024). Os empréstimos, provenientes do Finem e do Fundo Clima, tem prazos mais longos do que os normalmente praticados pelo mercado (15 anos para o Finem e 25 para o Fundo Clima), com taxas de juros mais baixas. Segundo a CFO da empresa, esse modelo é primordial: “não dá para encaixar nossa atividade nos mecanismos financeiros que existem hoje (...) precisamos desse capital bem paciente, porque estamos num setor de plantar árvores” (TEIXEIRA, 2024). Já o modelo de negócios, que envolve a compra de terras degradadas para restauro, recebe receita tanto da venda de créditos de carbono (para alavancar os estágios iniciais da atividade e dar caixa à empresa) quanto da exploração

⁹⁰ Na maioria das vezes, grandes pastos degradados, cuja baixa produtividade se traduz em uma terra mais barata, propiciando um maior retorno de investimento ao fim do projeto.

sustentável de madeiras nativas de alto valor agregado e produção de insumos para indústrias cosméticas e farmacêuticas (TEIXEIRA, 2024).

Agora, voltando à questão das concessões florestais, é importante frisar que a celebração de tais contratos está adstrita a alguns tipos de UC, não abrangendo todas as unidades presentes na região hidrográfica da Baía de Guanabara. Segundo a Lei de Gestão de Florestas Públicas, as seguintes áreas **não podem** vir a ser objeto de concessão:

- * “UCs de proteção integral;
- * UCs de uso sustentável das categorias: Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reservas Extrativistas (RESEX) e Reservas de Fauna e as Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE);
- * Terras Indígenas;
- * Áreas ocupadas por comunidades locais ou dedicadas exclusivamente ao manejo comunitário;
- * Áreas de interesse para a criação de UCs; e
- * UCs que não possuem Plano de Manejo da Unidade de Conservação (PMUC) em vigência” (INSTITUTO ESCOLHAS, 2021).

Dessa forma, um ponto relevante para futuros estudos seria o levantamento de quais das UCs presentes na área da RH-V poderiam ser objeto de contratos de concessão florestal, para melhor compreender o potencial da região na emissão de créditos de carbono a partir de projetos de reflorestamento e/ou desmatamento evitado nos arredores da baía.

Em ambos os casos – de projetos de exploração de créditos de carbono em áreas privadas ou de projetos em áreas públicas (via concessões) – os benefícios sistêmicos associados são incontroversos, indo muito além da absorção do carbono da atmosfera. Reflorestar e preservar no entorno da Baía de Guanabara auxilia tanto na regulação do clima da região quanto na segurança hídrica de (potencialmente) milhões de pessoas, especialmente quando as florestas se encontram às margens dos rios e das nascentes. Além disso, nas áreas de encostas e nas serras (onde se localizam a maior parte das florestas atualmente), manter a cobertura vegetal significa reduzir os riscos de deslizamentos de massa, diminuindo o risco de tragédias pós-chuvas. Por fim, as florestas também têm um efeito extremamente positivo para a indústria de turismo e serviços associados, sem contar que os municípios com maior índice de florestamento recebem mais recursos do ICMS verde.

IV.b – SAF é pop, SAF é tech, SAF é tudo

Para os **setores agropastoris**, além dos projetos de reflorestamento ou preservação dos remanescentes florestais mencionados acima⁹¹, também existem alternativas que compatibilizam produção de alimentos com sustentabilidade, emitindo créditos de carbono no processo:

Assim como o setor florestal possui forte potencial para sequestrar e estocar carbono, o setor agrícola também é um forte candidato para atuar na luta contra o aquecimento global. As técnicas de produção agroecológica visam mimicar mecanismos e funções do ecossistema local e acoplar a produção agrícola dentro desta dinâmica. Através de plantios mais diversificados, consorciados com espécies nativas e funcionais, recuperação dos solos, ciclagem e mantimento de nutrientes no sistema, dentre outras técnicas, a produção agrícola pode passar de emissora de CO₂ para sequestradora, colaborando para a redução de emissões e vendendo créditos de carbono pelo uso sustentável da terra, destinando capital para produtores rurais que adotem tais práticas sustentáveis nas suas cadeias produtivas (REISCH, 2022).

Segundo um estudo recente elaborado por pesquisadores da USP, “sistemas integrados entre lavoura, pecuária e floresta; plantio direto; plantas de cobertura; uso de resíduos orgânicos; controle biológico de pragas; e fertirrigação são algumas das técnicas sustentáveis que podem levar as fazendas a vender, além de sua produção agropecuária, créditos de carbono” (DENNY *et al*, 2023). Tais práticas melhoram a qualidade e saúde do solo, não só aumentando a capacidade de captura e retenção de carbono, como também garantem uma produtividade mais longa à área e uma resiliência maior contra as mudanças climáticas (DENNY *et al*, 2023). Isso tudo auxilia no desenvolvimento socioeconômico da área, que produzirá por mais tempo (a atividade não degrada o terreno), com mais qualidade e, consequentemente, com um valor agregado mais alto (DENNY *et al*, 2023). E a melhor parte? Todos esses sistemas já são bem estabelecidos no mercado agro, contando com linhas facilitadas de crédito e uma demanda crescente de produtos “orgânicos” e “agroecológicos”.

Assim, em tese, todos esses sistemas (ILPF, SAFs, recuperação de pastagens degradadas, plantio direto, *etc*), caso levassem a um saldo negativo de carbono (*i.e.*, resultassem em mais carbono estocado no solo do que emitido para a atmosfera), seriam elegíveis para geração de créditos de carbono. A agricultura familiar, por exemplo, faz uso de uma maior diversidade de espécies⁹² – unindo a produção de hortaliças, frutíferas, culturas

⁹¹ Em sua grande maioria, as áreas utilizadas pela agropecuária na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara se encontram em terras planas, o que implicaria no reflorestamento e preservação de “florestas ombrófilas densas de terras baixas” – hoje um dos tipos de vegetação mais devastados da Mata Atlântica, contando com um mosaico extremamente fragmentado de remanescentes florestais (e espalhado ao longo de diferentes propriedades privadas) (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014).

⁹² A promoção da biodiversidade nas propriedades rurais é amplamente subestimada, quando deveria ser a pedra angular da produção agrícola. Segundo Gomes e Cardoso (2021), além de providenciar uma alimentação mais balanceada e nutritiva, plantações mais biodiversas gastam menos com insumos externos, como fertilizantes (por conta da ciclagem natural de nutrientes) e agrotóxicos (por conta do controle natural inter-espécies).

perenes e criação animal com técnicas de adubação orgânica (utilizando os resíduos vegetais e animais da propriedade)⁹³ – o que normalmente (e naturalmente) resulta em uma maior produção de biomassa, índices mais altos de fixação de carbono no solo e maior resiliência à processos erosivos e às mudanças climáticas (marcada por períodos mais longos de estiagem seguidos por períodos de chuvas intensas⁹⁴) (GOMES e CARDOSO, 2021).

Contudo, como a mensuração dos créditos em si é cara (já que as principais certificadoras do mercado requerem a realização de auditorias especializadas por empresas credenciadas), esbarramos novamente na questão da *escala* dos projetos de carbono: especialmente em pequenas propriedades, o custo de uma auditoria às vezes não compensa o retorno proveniente da geração dos créditos.

Para superar essa barreira e diminuir os “custos de produção” de projetos de carbono, alguns estudos vêm sendo feitos para identificar o potencial de inteligências artificiais e de métodos de sensoriamento remoto para estimar a quantidade de biomassa, carbono e CO²-eq em sistemas agroflorestais – e os resultados não desapontam: “concluiu-se que os modelos são eficientes para estimar CO₂eq com o uso de dados de sensoriamento remoto em SAFs na região do estudo [Mata Atlântica] e mesmo o modelo completo ter apresentado melhores estatísticas, o modelo reduzido ainda se torna preciso e oferece uma ferramenta eficaz e prática por utilizar um menor número de variáveis” (STANGARLIN, 2023). Essa abordagem, inclusive, é tão promissora que a *startup* Pachamama, fundada recentemente no Vale do Silício, criou um modelo “self-service” capaz de quantificar o potencial de uma área para o desenvolvimento de projetos de carbono (TEIXEIRA JR, 2024). De maneira 100% digital e online, utilizando somente imagens de satélite e a inteligência artificial da empresa, é possível responder se a área é elegível para sediar um projeto, descobrir quanto carbono poderia ser estocado e ainda estimar qual a renda potencial do projeto – tudo isso economizando meses de trabalho na elaboração de um inventário de carbono⁹⁵ (TEIXEIRA JR, 2024).

⁹³ Em um estudo citado por Gomes e Cardoso, técnicas de adubação orgânica na produção de hortaliças (ou seja, plantas de pequeno porte) conseguiram elevar o estoque de carbono no solo de 34,57 t ha⁻¹ para 58,19 t ha⁻¹ em um período de 10 anos (2021). Outro benefício climático da adubação utilizando insumos orgânicos da própria fazenda é que, na maioria das vezes, os fertilizantes vendidos no mercado nacional não só são produzidos no exterior (a China, Rússia e Ucrânia são os maiores produtores mundiais de fertilizantes nitrogenados), levando a emissões de CO² na sua logística de transporte, como também tem uma produção dependente de combustíveis fósseis (GOMES e CARDOSO, 2021).

⁹⁴ Em sistemas agroflorestais, em que são unidas espécies arbóreas nativas à produção agrícola, as copas das árvores protegem as plantas menores do excesso de sol, enquanto as raízes mais profundas retêm a umidade no solo por mais tempo, sem competir com a cultura sendo explorada (GOMES e CARDOSO, 2021). Em sistemas pecuaristas, as árvores provêm sombra e conforto térmico aos animais, além de melhorar a qualidade do pasto a partir de maior ciclagem de nutrientes (GOMES e CARDOSO, 2021).

⁹⁵ Mesmo assim, “a plataforma automatizada é somente um empurrão – as comprovações de posse das terras, por exemplo, ainda envolvem mergulhos nas profundezas da burocracia brasileira. E toda iniciativa precisa passar

Outra alternativa que poderia ajudar pequenos (ou até mesmo grandes) produtores rurais abertos à implantação de SAFs (e outros sistemas de manejo sustentável) a monetizar, via créditos de carbono, projetos de preservação e recuperação em suas terras passa pelo estabelecimento de parcerias estratégicas com o setor privado. Empresas que são grandes compradoras de gêneros agrícolas específicos, créditos de carbono ou serviços ecossistêmicos podem agir como agentes facilitadores na estruturação da cadeia, “garantindo a compra da produção e dando, assim, mais estabilidade e previsibilidade de receita para o produtor e reduzindo os riscos para o investidor” (GOUVEIA, 2023). Nesse contexto, é possível “combinar a compra da produção com a entrega futura de mercadoria e o pagamento antecipado, garantindo recursos iniciais para a implantação do SAF pelo produtor”⁹⁶, ou ainda centrar o negócio nos créditos de carbono, em vez de somente na produção agrícola (“os produtores recebem recursos antecipadamente para implantação do SAF, insumos e assistência técnica gratuita e ficam com a produção agrícola e parte dos créditos de carbono que serão gerados no futuro, enquanto as empresas ficam com os créditos restantes”) (GOUVEIA 2023).

No fim do dia, o melhor desenho de parceria vai depender das prioridades e necessidades da empresa facilitadora e do proprietário da terra. Para propriedades rurais de grande porte, especialmente para aquelas que contam com grandes áreas de pasto degradado, os créditos de carbono podem ser vistos como um fim em si mesmo, buscando-se o retorno financeiro do investimento somente a partir da receita advinda da sua comercialização. Para as propriedades menores e pequenos produtores, especialmente para aqueles adotando sistemas de manejo de baixa intensidade de carbono, os créditos tem o potencial de servir como uma fonte de renda paralela, como um catalisador que ajuda a financiar parte da atividade agrícola sendo desenvolvida.

Como exemplo desta última modalidade, podemos citar um tipo de cultura de alto valor agregado que tem uma ótima sintonia com projetos de carbono: a cultura do cacau⁹⁷.

por todas as etapas de certificação pelas entidades que validam os projetos e emitem os créditos” (TEIXEIRA JR, 2024).

⁹⁶ Um exemplo de excelência é encontrado no caso da empresa Belterra Agroflorestas, que atua “como facilitadora não só por meio da compra dos produtos, mas por seu envolvimento nos processos de implantação (por meio da facilitação do acesso a crédito), de manejo (providenciando assistência técnica, sistematização de tecnologias e operacionalização do sistema) e de escoamento da produção nos SAFs” (GOUVEIA, 2023). Com a venda de créditos de carbono, a empresa capta recursos de grandes investidores, auxiliando pequenos e médios pecuaristas a migrarem para SAFs - que por sua vez chegam até a quadruplicar os seus ganhos por hectare (BRITTO, 2024).

⁹⁷ O cacauzeiro se desenvolve melhor em condições de meia sombra – sendo uma das culturas ideais para se crescer em sistemas integrados à floresta. A necessidade de cobertura (das árvores de cacau pela copa de árvores maiores) implica numa grande quantidade de biomassa vegetal presente nessa “floresta de cobertura”, o que

Um estudo da “valoração econômica do estoque de carbono no solo em sistemas agroflorestais de cacau” demonstrou a alta viabilidade econômica da integração da produção do cacau com a emissão de créditos de carbono, até mesmo viabilizando a plantação em períodos de baixa produtividade (como, por exemplos, safras prejudicadas por pragas ou fungos) (ARAÚJO, 2023). Nesse contexto, a empresa chocolateira Dengo recentemente entrou em parceria com uma empresa desenvolvedora de projetos de carbono para comercializar créditos advindos das fazendas de seus fornecedores de cacau – todos eles pequenos produtores familiares (PASTORE, 2023). Com a receita dos créditos, os agricultores conseguirão incrementar um ganho de 1 a 2 salários por ano, além de receberem assistência técnica para o plantio de mudas nativas da Mata Atlântica (PASTORE, 2023).

Por fim – e de maneira análoga ao que foi visto com referência às áreas florestadas – o desenvolvimento de projetos de carbono nas áreas agropastoris da RH-V, de forma associada (ou não) à adoção de sistemas de manejo mais sustentáveis provê benefícios que vão muito além da absorção do carbono da atmosfera. Sistemas de plantio integrados a florestas estocadoras de carbono usam menos fertilizantes e agrotóxicos, preservando a qualidade das águas fluviais e dos aquíferos. Além da maior segurança hídrica, tais práticas levam também ao incremento da segurança alimentar da região⁹⁸, especialmente quando consideramos que, mesmo ocupando somente 25% das terras cultiváveis, cerca de 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros são fruto de alguma dessas técnicas de manejo integrado praticadas pela agricultura familiar (GOMES e CARDOSO, 2021).

IV.c – O potencial de um bioma urbanizado

Na região hidrográfica da Baía de Guanabara, o último tipo de uso e ocupação do solo predominante (após as áreas florestadas e áreas agropastoris) corresponde às **áreas urbanas**. À primeira vista, os setores urbanizados não parecem ser ideais para o desenvolvimento de projetos de carbono – na prática, a metrópole tende a “personificar” aquilo que se entende por caótico, poluente e insustentável. Milhões de pessoas vivendo em meio a uma selva de concreto, trânsito nas ruas, fumaça no ar – todo mundo indo de um lugar ao outro, ao mesmo tempo, com metas e planos e sonhos e listas de compras no mercado.

resulta em altos níveis de carbono estocado e, conseqüentemente, na possibilidade de emissão de créditos de carbono (ARAÚJO, 2023).

⁹⁸ Os ganhos de logística também seriam consideráveis, levando a menores níveis de desperdício dos produtos de consumo, já que os alimentos estariam sendo produzidos no entorno imediato da segunda maior aglomeração urbana do país.

Contudo, talvez seja justamente por isso que projetos de carbono sediados nas próprias cidades vêm ganhando tração: em comparação com os créditos gerados na preservação e recuperação de florestas em locais mais remotos, os “créditos urbanos oferecem um valor que vai além da mera proteção de árvores, melhorando a qualidade do ar e a saúde mental dos indivíduos que moram nas cidades” (SABATINI, 2022). Não é a toa que tais créditos chegam a ser comercializados por valores de 3 a 4 vezes maiores do que créditos REDD+ comuns (SABATINI, 2022).

Os dois principais métodos de emissão de créditos de carbono urbanos passam pela proteção das árvores municipais já existentes, ou na plantação e manutenção de “florestas” urbanas. Por isso, na grande maioria dos casos, os *stakeholders* liderando os projetos são os próprios Municípios ou organizações locais sem fins lucrativos. Assim, mesmo que os espaços contemplados sejam limitados e mesmo que os volumes de créditos gerados sejam muito menores (em comparação aos projetos em grandes áreas rurais / áreas florestadas), os enormes benefícios colaterais e maior valor agregado dos créditos mais que compensam a iniciativa, especialmente nas regiões em que a população tem um acesso limitado à natureza (SABATINI, 2022). Afinal, créditos de carbono provenientes de florestas urbanas pretendem quantificar não só os benefícios climáticos do sequestro de carbono pelas árvores urbanas, mas também o saldo positivo resultante da interceptação de águas da chuva, economia de energia decorrente do efeito resfriador da vegetação, criação de empregos locais e ainda os benefícios atrelados à maior qualidade do ar no entorno dos projetos (SABATINI, 2022):

Florestas urbanas representam a epitome do sequestro de carbono, equidade social, saúde pública, biodiversidade e impacto comunitário positivo, afetando milhões de pessoas exatamente onde elas vivem, trabalham, respiram e se divertem... é uma forma de alcançar metas climáticas ao mesmo tempo em que se aumenta a habitabilidade das comunidades locais (SABATINI, 2022).

Além disso, considerando que a grande maioria das municipalidades e ONGs tem dificuldade de encontrar dinheiro para o plantio de novas mudas e manejo de árvores urbanas, essa modalidade de créditos de carbono pode preencher tais lacunas de financiamento (SABATINI, 2022).

Como em outros tipos de projetos de carbono, as principais certificadoras impõem requisitos específicos para a geração dos créditos urbanos e verificação da *adicionalidade* do projeto. As árvores que serão plantadas ou manejadas, por exemplo, devem estar localizadas em áreas urbanas ou adjacentes a mananciais públicos ou vias de transporte. O perigo da perda das árvores também deve ser demonstrado no caso de projetos de preservação, devendo o desenvolvedor provar que tais árvores não encontram proteção legal contra a remoção (ex:

não estão localizadas em UC) ou estariam em meio a uma área de crescente urbanização que teria um valor de mercado mais alto com a derrubada (ex: a construção de um shopping em uma área antes arborizada da cidade).

Outro aspecto interessante dos créditos de carbono urbanos é que eles não se limitam ao plantio / preservação de árvores na cidade, sendo possível pensar em diversas outras soluções inovadoras⁹⁹ para sequestrar carbono e mitigar a pegada climática das regiões urbanizadas.

Na capital da Suécia, por exemplo, resíduos orgânicos estão sendo coletados e enviados a uma usina de pirólise (que “queima” os resíduos em um ambiente sem oxigênio, fazendo com que a mistura carbonize – *i.e.* “absorva” carbono), que os transforma em biocarvão e energia. Enquanto a energia é usada para aquecimento residencial, o biocarvão é entregue aos parques e residentes da cidade, para ser utilizado como terra e fertilizante – efetivamente criando um sumidouro de carbono municipal que, na escala atual, é capaz de remover o equivalente às emissões de 3,5 mil carros por ano (C40 CITIES, 2015).

Mais perto de casa, na cidade do Rio de Janeiro, o projeto “Horta na Favela” transforma espaços ociosos e subutilizados na Rocinha em áreas verdes, de cultivo orgânico e sustentável. O projeto ainda reutiliza os resíduos orgânicos da comunidade (que de outra maneira seriam enviados aos aterros sanitários) para compostagem. Embora o projeto seja financiado com dinheiro público, esquemas similares poderiam vir a ser implementados em outras comunidades – e, caso dispusessem de um inventário de carbono demonstrando emissões negativas, poderiam ser financiados também via créditos de carbono.

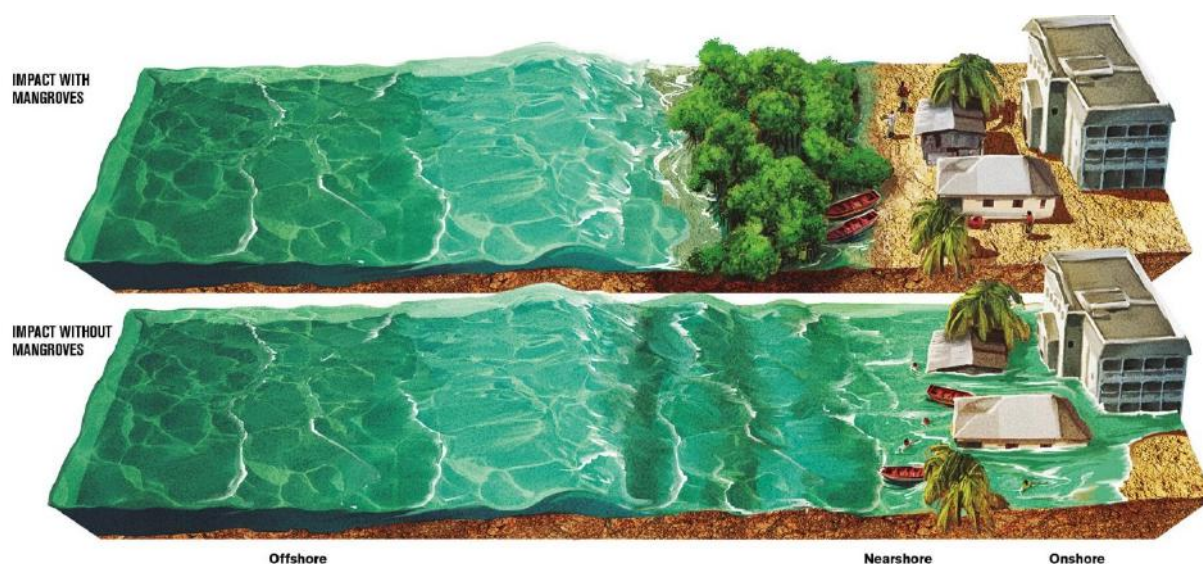
Para a população, os benefícios de tais projetos integrados à cidade são óbvios, já tendo sido discutidos acima. Para a Baía de Guanabara (e seus sistemas fluviais associados), os benefícios vão desde a diminuição da carga de poluentes no corpo hídrico à educação ambiental (quanto mais cidadãos em contato com a natureza, maior é o interesse público (e a pressão política) da sua conservação).

IV.d – O renascer da baía passa pelo mangue

Além das áreas florestadas, agropastoris e urbanas, um bioma que merece especial atenção é o dos manguezais. "Reduzidos de uma área original de 250 km² para os atuais 74

⁹⁹ Em um cenário ambicioso, as próprias edificações das cidades também poderiam auxiliar na remoção de GEEs da atmosfera, indo além da simples escolha por matéria prima de baixo carbono (o que já faria uma grande diferença). Um projeto intitulado de Sequoia Urbana promete criar arranha-céus que capturam (ao longo da vida útil do prédio) 4 vezes mais carbono do que seria emitido na sua construção, a partir da utilização integrada de uma miríade de técnicas, tecnologias e materiais sustentáveis (SOM, 2022).

km²" (PAIVA, 2023), os manguezais sempre tiveram uma relação íntima com a Baía de Guanabara, constituindo-se como berçários naturais para inúmeras espécies animais, como fonte de renda e de alimento a séculos de comunidades pesqueiras e, hoje, como garantidores de um "importante serviço associado à proteção costeira contra processos de inundação oriundos de eventos extremos, bem como da elevação do nível dos oceanos associada às mudanças climáticas" (ASSAD e LANDAU, 2023).



Projeção do impacto do aumento das tempestades na infraestrutura costeira, com e sem manguezais (SOCIÉTIFICA, 2022).

No contexto deste trabalho, os manguezais ganham ainda mais destaque pelo seu potencial de sequestro e estoque de carbono – podendo armazenar até quatro vezes mais toneladas de CO₂-eq por hectare quando comparado ao bioma amazônico (ESCOBAR, 2022 e GNOATTO, 2023):

Os manguezais são importantes sequestradores e estocadores de carbono na biomassa e no solo. O processo de sequestro de carbono por área de florestas de mangue é da mesma ordem de grandeza do observado em outras florestas tropicais úmidas. Quando se considera o reservatório de carbono contido na biomassa acima do solo, essa similaridade se mantém. Por outro lado, quando é considerado o estoque total de carbono no sistema, incluindo a biomassa subterrânea e estoque no solo, o estoque de carbono em manguezais tropicais por unidade de área é significativamente maior que o observado em quaisquer florestas terrestres, incluindo as florestas tropicais úmidas, como a Amazônia (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).

Considerando, ainda, que os manguezais exercem um papel de "filtro biológico", sua relevância perante a qualidade das águas que chegam na Baía de Guanabara é inconteste:

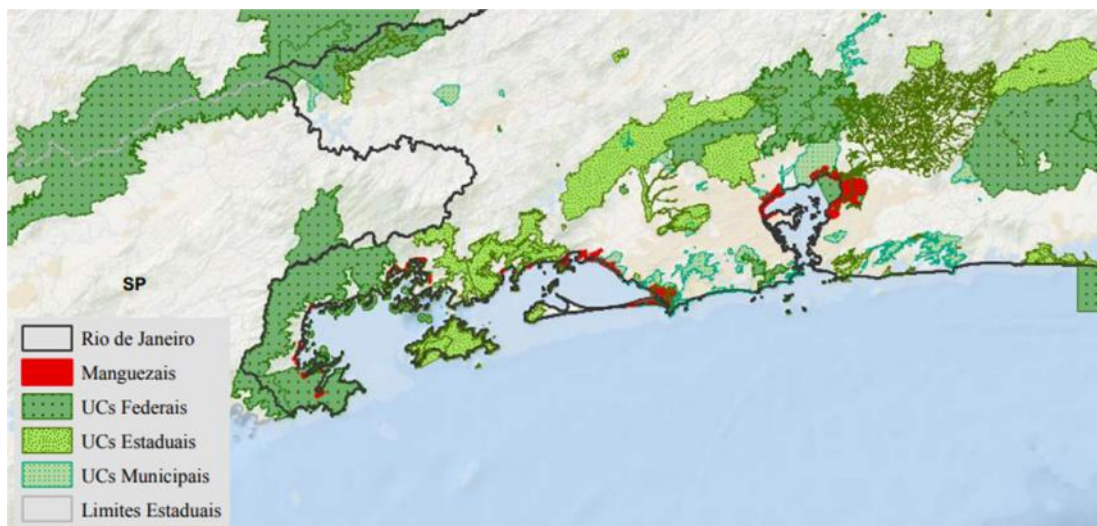
As árvores típicas do manguezal aprisionam o sedimento entre suas raízes e troncos, processo no qual também são aprisionados poluentes, prevenindo que estes contaminem as águas costeiras adjacentes. Além disso, servem como cortina-de-vento, atenuando os efeitos de tempestades nas áreas costeiras, e abrandam a energia das ondas que, de outra forma, ressuspenderiam os sedimentos das áreas litorâneas mais rasas. Dessa forma, há uma melhoria da qualidade das águas estuarinas e costeiras, garantindo o aporte de nutrientes de terra e sua imobilização, ao mesmo tempo em que

atua como filtro biológico e protege a linha de costa (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).

Assim, ao mesmo tempo em que os manguezais ostentam uma enorme aptidão sequestradora e armazenadora de carbono, o bioma ainda oferece uma ampla gama de serviços ambientais ecossistêmicos associados, indo desde a proteção das zonas costeiras à melhoria da qualidade das águas¹⁰⁰. No contexto da recuperação da Baía de Guanabara, portanto, a preservação e o reflorestamento dos manguezais se constituem como um dos investimentos prioritários que poderiam ser financiados via os mecanismos dos mercados de créditos de carbono.

Contudo, dos manguezais que ainda existem na Baía, existe uma grande disparidade entre os remanescentes do Leste e os do Oeste. Na porção Leste, no Recôncavo da Guanabara, encontra-se a maior faixa contínua de manguezais conservados no estado do RJ, protegida pela APA de Guapi-Mirim e pela Estação Ecológica da Guanabara, ambas UCs federais. (GNOATTO, 2023) Eventuais projetos de carbono nessa área estariam restritos à região da APA, na modalidade de concessão florestal, ou no reflorestamento do entorno da sua zona de amortecimento (a Estação Ecológica, sendo uma UC de proteção integral, não comporta concessões florestais). Já na porção Oeste da Baía, os remanescentes se encontram em um estado avançado de fragmentação, não estando abrangidos por quaisquer UCs, como pode ser visto no mapa da próxima página.

¹⁰⁰ A lista é realmente ampla: "os manguezais, em toda sua extensão, enquanto zonas úmidas costeiras, prestam importantes serviços à sociedade, quase todos reconhecidos para outros ecossistemas. São eles: Provisão – produção de alimentos, fornecimento de matéria prima, recursos genéticos/banco genético, compostos bioquímicos; Regulação – climática e microclimática, hídrica, controle de erosão e retenção de sedimentos, retenção de partículas atmosféricas, controle biológico, estoque/remoção de CO₂ da atmosfera, polinização, infiltração e escoamento pluvial, recarga de aquíferos, prevenção de proliferação de doenças, estabilidade geotécnica (prevenção de desastres naturais), proteção contra vento, anteparo ao avanço da maré/ estabilidade da linha de costa, fixação de dunas; Suporte – suprimento hídrico, formação de solo, ciclagem de nutrientes, dispersão de sementes, conectividade de paisagem, manutenção da biodiversidade, exportação de biomassa; Culturais – recreação, ecoturismo, valor educacional, valores espirituais e religiosos, beleza cênica e conservação da paisagem. (...) Outros bons exemplos são os serviços ecossistêmicos relacionados à contenção ou mitigação de impactos humanos, como filtro biológico, retenção de sedimento e controle de enchentes, que se manifestam fortemente em manguezais urbanos" (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).



Áreas de manguezais (em vermelho) em comparação com áreas de UCs no Estado do RJ (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).

Nessa porção Leste, eventuais projetos de carbono poderiam focar em evitar o desmatamento dos trechos de mangue que ainda estão em pé (projetos REDD+) e na integração dos próprios fragmentos, buscando revitalizar os "espaços entre-mangues" e criando uma faixa contínua de vegetação.

De resto, tratando-se de uma área extremamente urbanizada, um dos principais obstáculos para o desenvolvimento de projetos de carbono focados na restauração dos manguezais da Baía de Guanabara reside na própria lógica de ocupação das margens da baía. Grandes áreas originalmente cobertas por mangues foram dragadas, aterradas e concretadas, impossibilitando qualquer tipo de reposição florestal. Além disso, em plena região metropolitana, é difícil encontrar novas áreas de plantio que não coincidam com áreas de interesse de desenvolvimento imobiliário (ou de ocupações irregulares).

Mesmo assim, os benefícios atrelados a tais projetos poderiam compensar, em muito, a destinação de espaços do "litoral" da baía para a criação e recuperação dos manguezais. Afinal, estando localizados no coração da região metropolitana do Rio de Janeiro, os projetos baseados em manguezais se qualificariam para gerar grande quantidade de créditos de carbono urbanos, de valor agregado mais alto, e sem contar com a enorme gama de benefícios ecossistêmicos que impactariam o cotidiano dos milhões de cidadãos da região.

CONCLUSÃO

Como visto ao longo do trabalho, buscou-se estudar (i) a viabilidade de implementação de diferentes iniciativas de geração de créditos de carbono no entorno da Baía de Guanabara e (ii) os benefícios, não só ambientais, mas também sociais, culturais e econômicos que tais projetos poderiam trazer para o bioma e para os cidadãos da região.

Para tanto, analisamos, primeiro, o histórico de degradação da Baía de Guanabara: um paraíso natural antes da chegada dos europeus que, após séculos de urbanização e exploração econômica desordenada, chegou ao estado crítico que vive hoje. Florestas e manguezais foram substituídos por concreto e indústrias, ilhas foram aterradas e o próprio contorno da baía foi se transformando junto com a cidade. Tanto palco quanto observador do desenvolvimento do Rio (e do Brasil), a Baía atual sofre com a falta de infraestrutura adequada, que resulta em quantidades enormes de lixo e esgoto não tratado sendo despejados em suas águas diariamente.

Então, o debate se voltou para a aposta do poder público de como resolver o problema do saneamento: a privatização. E, depois de iniciativas como o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), que consumiu US\$ 1,2 bilhão e virou uma novela tragicômica cheia de promessas não cumpridas e adiamentos sem fim por sete governos estaduais consecutivos, a privatização dos serviços de saneamento realmente trouxe esperança. Algumas melhorias já foram postas em prática em setores específicos da cidade, sendo ainda previstos investimentos bilionários no decorrer da próxima década. Se essas ações serão suficientes para reverter anos de degradação ambiental, só o tempo dirá.

E, embora a solução do saneamento agora dependa, principalmente, da eficiência das privatizações realizadas no setor e da promessa da universalização do tratamento de água no estado, existem outras estratégias que também poderiam ter um impacto altamente positivo nas dinâmicas da Baía, tanto ecológica quanto socialmente, e que poderiam ser integradas aos esforços públicos e privados em curso para a recuperação do bioma urbano.

Por isso, alçamos o olhar para os mercados de créditos de carbono, mecanismos criados para precificar as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e promover uma economia mais sustentável do ponto de vista climático. Esses mercados funcionam por meio da negociação de créditos de carbono, que representam uma tonelada de CO₂-equivalente removida da atmosfera (ou cuja emissão se evitou). Esses créditos, por sua vez, podem ser comprados por empresas para compensar suas emissões, seja por exigência legal (mercado regulado) ou voluntariamente (mercado voluntário). Sendo um mecanismo econômico-

financeiro, a precificação dos créditos varia conforme localização, certificação e demanda, sendo que projetos com benefícios adicionais, como a proteção da biodiversidade ou diminuição da desigualdade social, tendem a ter um valor mais alto. A qualidade dos créditos depende também da sua "adicionalidade" à luta climática, que garante que as reduções de GEEs não ocorreriam sem a existência dos respectivos projetos geradores dos créditos.

O mercado voluntário, que sofreu com uma grave crise de credibilidade nos últimos anos, vem se recuperando; enquanto que o mercado regulado fica cada vez mais próximo de se concretizar no Brasil. Por isso, tendo em vista que os créditos de carbono são um instrumento que parece “ter vindo para ficar”, seguiu-se com a análise da possível relação dos créditos e dos mercados de carbono com a Baía de Guanabara.

Nesse sentido, buscou-se entender os efeitos das mudanças climáticas na baía, o impacto climático dos principais setores econômicos da região e o potencial dos biomas da Baía de Guanabara na geração de créditos de carbono (e como esses projetos repercutiriam no meio ambiente e na sociedade).

Sabendo, por exemplo, que a cidade já enfrenta diversos perigos climáticos (como elevação do nível do mar, escorregamentos, ondas de calor e inundações, agravados pela urbanização desordenada e a falta de espaços verdes), que aumentarão em frequência e intensidade com a crise climática, acaba fazendo sentido sediar projetos de carbono na baía, que podem não só ajudar a zerar a pegada de carbono da metrópole, mas também financiar ações de adaptação climática, integrando-se à gestão urbana e fortalecendo a resiliência da cidade frente às mudanças climáticas.

Quanto ao potencial dos próprios biomas da Baía de Guanabara na geração local de créditos de carbono e como tais projetos repercutiriam no meio ambiente e na sociedade, concluiu-se que:

- (i) A vegetação original da Mata Atlântica na região da Baía de Guanabara foi amplamente substituída por áreas urbanas e agrícolas, com os principais remanescentes florestais localizados em territórios de maior altitude e declive. Desses remanescentes, a maioria se concentra em Unidades de Conservação (UCs) de diferentes categorias de proteção, tendo a Lei Federal nº 14.590/2023 facilitado a exploração de créditos de carbono em concessões florestais nas UCs menos protetivas. Além disso, já existem alguns exemplos de sucesso que demonstram a viabilidade econômica de projetos de carbono via reflorestamento ou desmatamento evitado, tanto em UCs públicas quanto em áreas privadas próximas a vetores de desmatamento (cuja cobertura vegetal

nativa excede a reserva legal da propriedade). Os benefícios de tais projetos vão desde a contenção de encostas e incentivo do ecoturismo à regulação climática e incremento da segurança hídrica na região.

- (ii) O setor agropecuário também pode gerar créditos de carbono através de práticas sustentáveis, como sistemas agroflorestais (SAFs) e integração lavoura-pecuária-floresta, que não só aumentam a captura de carbono como também melhoram a qualidade do solo. A agricultura familiar também poderia se beneficiar dos créditos de carbono, incluindo-os como mais uma fonte de receita e um catalisador econômico para práticas de manejo regenerativas. Embora os custos de auditoria possam ser uma barreira para os pequenos produtores, novas tecnologias (como inteligência artificial e sensoriamento remoto) estão sendo desenvolvidas para reduzir as barreiras de entrada ao mercado de carbono. Parcerias estratégicas com o setor privado também podem fornecer estabilidade financeira e viabilizar a implementação desses sistemas sustentáveis, aumentando a resiliência climática dos sistemas agrícolas – e, conseqüentemente, toda a segurança alimentar – da região.
- (iii) Embora as áreas urbanas não sejam vistas como ideais para a geração de créditos de carbono, elas representam um grande potencial não explorado, na medida em que tais projetos poderiam levar a significativos benefícios adicionais, como a melhoria da qualidade do ar e da saúde mental de milhões de moradores. Projetos de preservação e plantio de árvores urbanas, liderados por municípios e ONGs, podem gerar créditos de carbono para financiar o manejo de árvores urbanas. Além disso, soluções inovadoras, como a reutilização de resíduos orgânicos em projetos de hortas comunitárias, poderiam contribuir para a mitigação da pegada climática e melhoria da qualidade de vida nas cidades, reduzindo também a carga de poluentes na Baía de Guanabara.
- (iv) Os manguezais da Baía de Guanabara foram drasticamente reduzidos ao longo dos séculos, prejudicando a resiliência dos sistemas ambientais da Baía. A recuperação dos manguezais, portanto, é crucial não só pelo seu papel ecológico, de berçário e lar de inúmeras espécies, mas também pela capacidade da vegetação de mangue de filtrar poluentes e melhorar a qualidade das águas da baía. O mangue é, ainda, um ótimo sequestrador de carbono, podendo armazenar até quatro vezes mais CO₂-eq por hectare do que a Amazônia, o que

o torna um excelente candidato para geração de créditos de carbono. Tais projetos, por consequência, desempenhariam um papel vital na resiliência climática da região, já que os mangues são fundamentais para a proteção costeira contra ressacas e inundações, além de resultarem em um ganho de biodiversidade, renda para pescadores artesanais e mitigação dos impactos climáticos da cidade.

Ou seja, a oportunidade de catalisar a recuperação ambiental e promover o desenvolvimento sustentável da região da Baía de Guanabara existe. O reflorestamento das áreas desmatadas, a implementação de práticas agroflorestais, a preservação de árvores urbanas, a criação de hortas comunitárias e a restauração dos manguezais não são apenas soluções viáveis e compatíveis com os créditos de carbono, mas também parte das iniciativas necessárias para enfrentar os desafios ambientais e sociais da atualidade.

Embora a recuperação da Baía de Guanabara seja uma tarefa monumental, a combinação de esforços públicos e privados, juntamente com a adesão a práticas sustentáveis, pode transformar esse cenário. A geração de créditos de carbono emerge como mais uma estratégia promissora, capaz de financiar uma economia mais limpa e pavimentar o caminho para um futuro mais verde e resiliente. Abraçando tais oportunidades, a Baía de Guanabara pode renascer como um símbolo de resiliência e sustentabilidade – e, quiçá, um modelo de inspiração para outras cidades e nações.

Assim, um trabalho que se iniciou pessimista se encerra com uma nota de esperança: o futuro que queremos está ao nosso alcance.

ANEXO I

Tabela 1 – algumas empresas poluidoras da baía, e seus impactos

| | | |
|---|-------------------------|---|
| Refinaria Duque De Caxias (Reduc) | De | Na margem esquerda do Rio Iguaçu, próxima à foz, a Reduc provavelmente destruiu grande parte do primitivo manguezal, gerando impacto pelo lançamento de óleo e outros resíduos. |
| Bayer Do Brasil | | Indústria química de alto porte, fabrica biocidas, produtos veterinários e poliuretânicos, corantes e sais de cromo. Localizada em Belford Roxo, lança seus efluentes no Rio Sarapuí. Um dos objetivos de suas unidades produtivas é minimizar a geração de efluentes. |
| Refinaria De Petróleo De Manginhos | | É a terceira refinaria mais antiga do Brasil (inaugurada em 1954) e fica na Zona Norte do Rio. Usa como corpo receptor dos efluentes o Canal do Cunha, perto de sua desembocadura na Baía de Guanabara. Seus principais produtos são gasolina e derivados, gás liquefeito de petróleo, óleo combustível e diesel. |
| Eletroquímica Americana Katrium Químicas S/A | Pan- (Atual Indústrias) | Segunda companhia produtora de cloro no Brasil, vende os insumos para a Cedae. Fica no bairro carioca de Honório Gurgel. Usa como corpo receptor o Rio Acari, afluente do Rio Meriti. Durante muitos anos o principal problema causado pela Pan-Americana foi o lançamento de mercúrio nos rios Acari e Meriti. |
| Petroflex Indústria De Comércio Ltda | De | Fábrica de borracha de Duque de Caxias. O Rio Estrela é o receptor de seus efluentes e deságua na Baía de Guanabara. A Petroflex, porém, não usa mais suas águas para fins de refrigeração. |
| Companhia Industrial Fábrica Bangu | Progresso Do Brasil — | Considerada um dos mais antigos poluidores da Baía de Guanabara, fabricava tecidos e não tinha nenhum tipo de preocupação ambiental. O principal formador do Rio Sarapuí é ainda conhecido como “rio das tintas”, por ao longo dos anos receber os efluentes coloridos dos processos de tingimento de tecidos da fábrica, que hoje está desativada. Em seu lugar foi construído o Bangu Shopping. |
| Companhia Brasileira De Antibióticos (Cibran) | | Localizada no município de Tanguá, contribui com o lançamento de contaminantes líquidos com grandes concentrações de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio). Por lançar seus efluentes no Rio Caceribu, foi acusada da morte de animais abaixo do ponto de despejo. |
| Atlantic Conservas | Indústrias de | Fábrica de alimentos de médio porte localizada em Niterói. Seus principais agressores são as altas concentrações de DBO e DQO, óleos e graxas. Uma vez que essa indústria nunca implantou qualquer sistema de tratamento, a Baía de Guanabara é seu corpo receptor. |

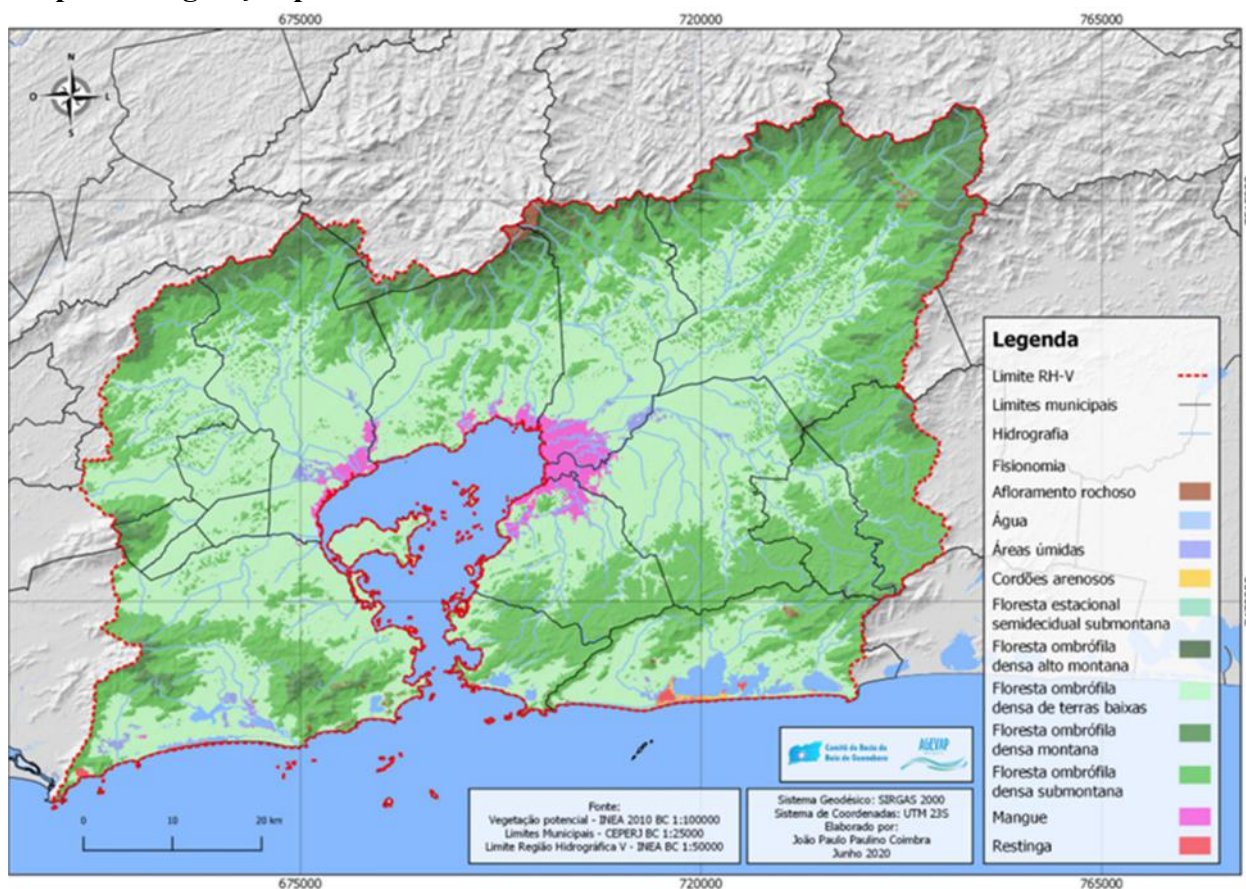
(Alencar, 2021)

Tabela 2 – Uso e cobertura do solo na Região Hidrográfica V, segundo análise dos dados do CAR 2018

| Uso e Cobertura | Área (km ²) | Área (%) |
|--|-------------------------|----------------|
| Antrópicas agropastoris | 1295,14 | 26,90 |
| Antrópicas agropastoris não consolidadas | 5,02 | 0,10 |
| Antrópicas não agropastoris | 1310,07 | 27,21 |
| Naturais florestadas | 1900,91 | 39,48 |
| Naturais não florestadas | 97,76 | 2,03 |
| Mangue | 107,47 | 2,23 |
| Restinga | 12,28 | 0,25 |
| Silvicultura | 12,34 | 0,26 |
| Água (Massa D'água) | 73,89 | 1,53 |
| TOTAL | 4814,87 | 100,00% |

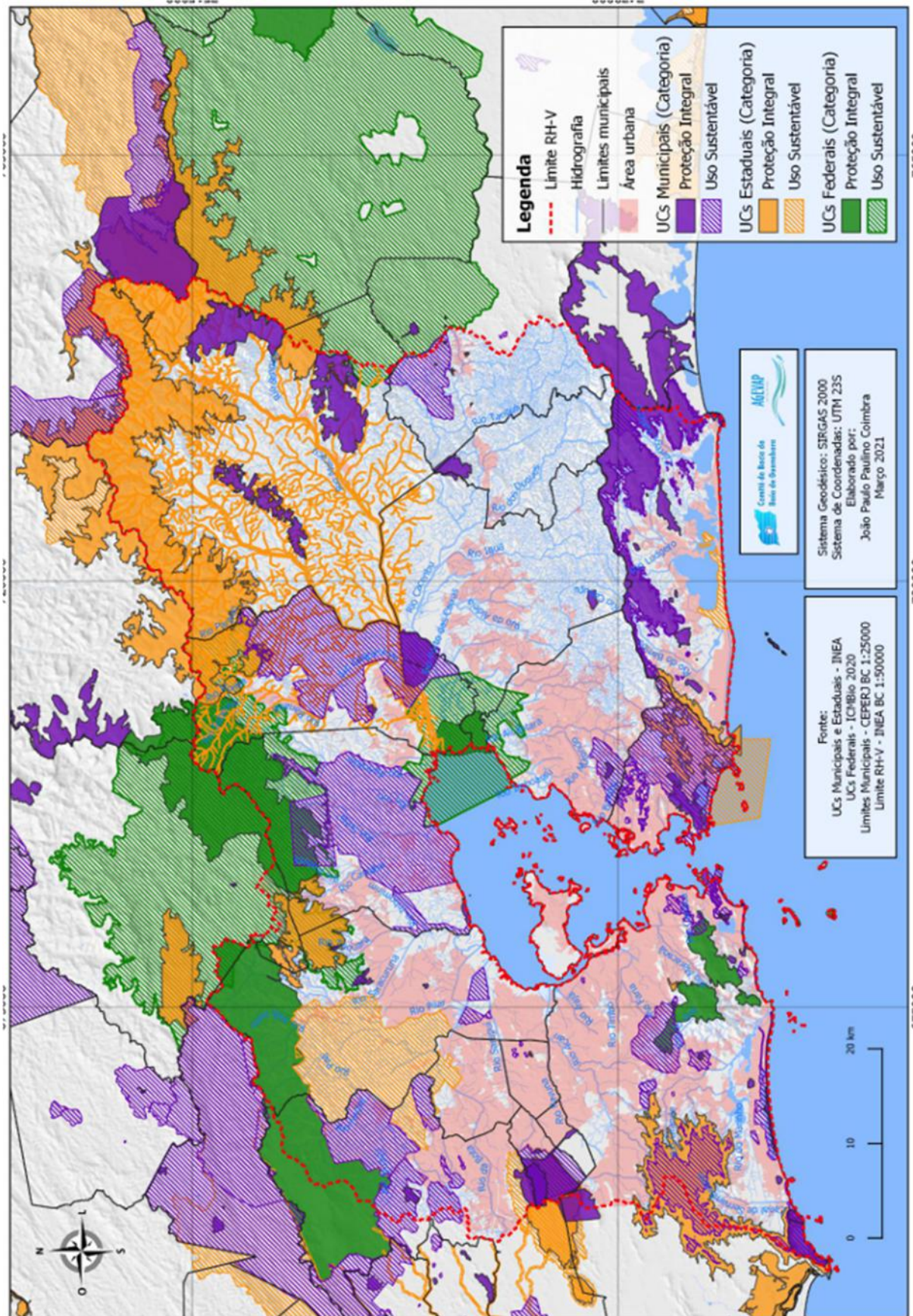
(CBH-BG, 2021)

Mapa 1 – Vegetação potencial da RH-V



Esse mapa permite um pequeno vislumbre de como seria a ocupação do território da RH-V pela vegetação de outrora, sem áreas agropastoris e sem centros urbanos (CBH-BG, 2021).

Mapa 2 – UCs presentes na RH-V



(CBH-BG, 2021).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADACHI, V. **Banco Mundial quer dar selo a créditos de carbono florestal**. 29 fev. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono-florestais-sao-fundamentais-diz-banco-mundial/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- ADACHI, V. **Câmara aprova “projeto Frankenstein” para mercado de carbono**. 22 dez. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/camara-aprova-projeto-frankenstein-para-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- ADACHI, V. **re.green terá que corrigir projeto de carbono**. 04 abr. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono/re-green-tem-reves-em-projeto-de-carbono-e-tera-que-fazer-correcoes/>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- AEGEA. **Política de Sustentabilidade**. 2024. Disponível em: <https://www.aegea.com.br/politica-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 09 jan. 2024.
- ALENCAR, E. **Baía de Guanabara: descaso e resistência**. 2. ed. Rio de Janeiro. Mórula, Fundação Heinrich Böll, 2021.
- ARAÚJO, R. **Valoração Econômica do Estoque de C no Solo em Sistemas Agroflorestais de Cacau**. Set. 2023. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2023/11/RUTH.pdf>.
- ASSAD, L. e LANDAU, L. **Um rio, uma baía, um oceano: visões. A Baía de Guanabara: Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável**. 2023. In. Futuros da Baía de Guanabara.
- ATLAS DOS MANGUEZAIS DO BRASIL**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018
- BAIÃO, B. **A distopia sobre mercado de carbono no Congresso**. 06 abr. 2022. Jota. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/coluna-barbara-baiao/a-distopia-sobre-mercado-de-carbono-no-congresso-06042022>. Acesso em 13 nov. 2023.
- BARELLA, J. **O retrocesso ronda o saneamento. O caso da Cedae mostra por que não dá para voltar atrás**. 04 jan. 2023. Disponível em: <https://neofeed.com.br/blog/home/o-retrocesso-ronda-o-saneamento-o-caso-da-cedae-mostra-por-que-nao-da-para-voltar-atras/>. Acesso em: 16 out. 2023.
- BERTÃO FILHO, I. **Big techs se unem para comprar 20 milhões de créditos de carbono até 2030**. 22 mai. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/big-techs-se-unem-para-comprar-20-milhoes-de-creditos-de-carbono-ate-2030/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- BINA, B. **Por que os projetos de carbono não podem descuidar do social**. 31 ago. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono/por-que-os-projetos-de-carbono-nao-podem-descuidar-do-social/>. Acesso em: 28 out. 2023.

BOECHAM, Felipe. **Nova lei de concessões florestais cria mais possibilidades para a geração de créditos de carbono**. EPBR. 15 ago. 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/nova-lei-de-concessoes-florestais-cria-mais-possibilidades-para-a-geracao-de-creditos-de-carbono/>. Acesso em: jan. 2024.

BRITTO, M. **Mombak planta 3 milhões de árvores, gira R\$ 1,4 bi e mostra potência do crédito de carbono**. 27 mai. 2024. Um Só Planeta. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2024/05/27/mombak-planta-3-milhoes-de-arvores-gira-r-14-bi-e-mostra-potencia-do-credito-de-carbono.ghtml>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BRITTO, M. **Startup Belterra recupera terras com agroflorestas financiadas por grandes corporações**. 16 mai. 2024. Um Só Planeta. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2024/05/16/startup-belterra-recupera-terras-com-agroflorestas-financiadas-por-grandes-corporacoes.ghtml>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BUMA, B., GORDON, D.R., KLEISNER, K.M. *et al.* **Expert review of the science underlying nature-based climate solutions**. 2024. Nature Climate Change. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01960-0>

C40 CITIES. **World's First Urban Carbon Sink with Biochar**. 2015. Disponível em: <https://www.c40.org/case-studies/cities100-stockholm-world-s-first-urban-carbon-sink-with-biochar/>. Acesso em: jan. 2024.

CARBON ATLAS. **Global Carbon Atlas 2021**. 2022. Disponível em: <https://globalcarbonatlas.org/>. Acesso em: 28 out. 2023.

CARDIAL, I e VIRI, N. **O que são os CBIOS? Conheça o mini mercado de carbono brasileiro**. 10 mar. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/transicao-energetica/biocombustiveis/cbios/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

CARDIAL, I. **A B3 está criando uma bolsa para créditos de carbono. Entenda como vai funcionar**. 12 dez. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/a-b3-esta-criando-uma-bolsa-para-creditos-de-carbono-entenda-como-vai-funcionar/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

CBH-BG. **Atlas da Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá**. 2021. AGEVAP. Organização João Paulo Coimbra. 1ª edição.

CLIMA INFO. **Crise climática: Rio de Janeiro e Santos terão partes submersas pela elevação dos oceanos**. 29 nov. 2023. <https://climainfo.org.br/2023/11/29/crise-climatica-rio-de-janeiro-e-santos-terao-partes-submersas-pela-elevacao-dos-oceanos/>. Acesso em 1 dez. 2023.

COIMBRA, C. **Guanabara: Espelho do Rio**. 2016. 1ª edição. FGV Editora. ISBN: 9788522518777.

DENNY, D. M. T.; CERRI, C. E. P. .; CHERUBIN, M. R. .; BURNQUIST, H. L. . **Carbon Farming: Nature-Based Solutions in Brazil** . *Green and Low-Carbon Economy*, v. 1, n. 3, p.

130–137, 2023. DOI: 10.47852/bonviewGLCE3202887. Disponível em: <https://ojs.bonviewpress.com/index.php/GLCE/article/view/887>. Acesso em: 2 feb. 2024.

DEUTSCHE WELLE. **Protocolo de Kyoto foi marco na proteção climática, mas insuficiente**. G1. 16 fev. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/02/16/protocolo-de-kyoto-foi-marco-na-protacao-climatica-mas-insuficiente.ghtml>. Acesso em: 28 out. 2023.

DIÁRIO DO RIO. **Em todo o estado do RJ, somente a capital tem plano estratégico para mudanças climáticas**. 14 nov. 2023. Disponível em: <https://diariodorio.com/em-todo-o-estado-do-rio-de-janeiro-somente-a-capital-tem-plano-estrategico-para-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DIÁRIO DO RIO. **MPF pede medidas contra ‘cemitério de navios’ na Baía de Guanabara**. 07 mar. 2024. Disponível em: <https://diariodorio.com/mpf-pede-medidas-contracemiterio-de-navios-na-baia-de-guanabara/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

DIÁRIO DO RIO. **Três milhões de litros de chorume são despejados por dia na Baía de Guanabara**. Disponível em: <https://diariodorio.com/tres-milhoes-de-litros-de-chorume-sao-despejados-por-dia-na-baia-de-guanabara/>. Acesso em: 10 out. 2023.

EARTHSHOT PRIZE. **2022 Winner: Fix Our Climate**. 2022. Disponível em: <https://earthshotprize.org/winners-finalists/44-01/>. Acesso em: 30 out. 2023.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. **2024 State of the Voluntary Carbon Market (SOVCM)**. 2024. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/2024-state-of-the-voluntary-carbon-markets-sovcm/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ESCOBAR, H. **Recheados de "carbono azul", manguezais ganham destaque no combate às mudanças climáticas**. 19 dez. 2022. Jornal da USP. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/recheados-de-carbono-azul-manguezais-ganham-destaque-no-combate-as-mudancas-climaticas>. Acesso em: jan. 2024.

ESTEVES, R. **Inovação e sustentabilidade: O caso do Bolsa Verde no Rio**. 03 ago. 2022. Disponível em: <https://exame.com/colunistas/regina-esteves/inovacao-e-sustentabilidade-o-caso-do-bolsa-verde-no-rio/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Elaboração: UFRJ e SMAC. Dez. 2016. Disponível em: <https://www.data.rio>

ESTÚDIO JOTA. **Regulação do mercado de carbono avança, mas ainda sobram arestas a aparar**. 28 mai. 2024. Jota. Disponível em: <https://www.jota.info/coberturas-especiais/ambiente-negocios-oportunidades/regulacao-do-mercado-de-carbono-avanca-mas-ainda-sobram-arestas-a-aparar>. Acesso em: 04 jun. 2024.

FOLHA DE S.PAULO. **Concessionárias investem quase R\$ 1 bi em saneamento no RJ após leilão da Cedae**. 03 jan. 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/01/concessionarias-investem-quase-r-1-bi-em-saneamento-no-rj-apos-leilao-da-cedae.shtml>. Acesso em: 16 out. 2023.

FUNDAÇÃO COPPETEC. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro**. 2014. Colaboração: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente – COPPE/UFRJ.

FUTUROS DA BAÍA DE GUANABARA. **Inovação e Democracia Climática**. Jun. 2023. Fórum UFRJ em Revista.

G1 RIO. **Baía de Guanabara agoniza com despejo de quase 100 toneladas de lixo por dia, 30 anos após a Eco-92**. 03 jun. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/06/03/baia-de-guanabara-agoniza-com-despejo-de-quase-100-toneladas-de-lixo-por-dia-30-anos-apos-a-eco-92.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2023.

GNOATTO, A. **O papel ecológico e socioeconômico dos manguezais na Baía de Guanabara**. 28 jul. 2023. O Eco. Disponível em: <https://oeco.org.br/analises/o-papel-ecologico-e-socioeconomico-dos-manguezais-na-baia-de-guanabara/>Acesso em: jan. 2024.

GOMES, L. e CARDOSO, I. **Papel da agricultura familiar no sequestro de carbono e na adaptação às mudanças climáticas**. Cienc. Cult., São Paulo, v.73, n. 1, p. 40-43, Jan. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602021000100008>. Acesso em: 01 fev. 2024.

GOUVEIA, L. **Investindo em agroflorestas: um estudo sobre o financiamento de sistemas agroflorestais no contexto brasileiro**. 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/34164>.

GUIA RESET. **Guia RESET de Créditos de CARBONO - Tudo que você precisa saber sobre créditos de carbono (e nunca soube como perguntar)**. 2023. Reset. Disponível em: <https://materiais.capitalreset.com/guia-reset-de-creditos-de-carbono>.

GUIMARÃES, V. **Carbono em pauta: os desafios do mercado regulado**. Valor ESG. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/esg/artigo/carbono-em-pauta-os-desafios-do-mercado-regulado.ghtml>. Acesso em: 19 out. 2023.

HAYA, B. et al. **Quality assessment of REDD+ carbon credit projects**. Berkeley Carbon Trading Project. 2023. Disponível em: <https://gspp.berkeley.edu/research-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/REDD+>

ICVM. **World's largest carbon-crediting program makes significant changes to comply with rigorous Core Carbon Principles criteria**. 02 mai. 2024. Disponível em: <https://icvm.org/integrity-council-confirms-verra-and-art-meet-its-high-integrity-benchmark/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

INEA. **Lista da flora das Unidades de Conservação estaduais do Rio de Janeiro**. 2018. Organização Daniel Maurenza... (et al.) - 1. ed.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Créditos de Carbono em Concessões Florestais: Quanto o Brasil pode ganhar mantendo a floresta em pé**. Set. 2021. Disponível em: <https://creditosdecarbono.escolhas.org>. Acesso em: 15 ago. 2023.

LOUREIRO, R. **Afinal, de onde vêm as emissões de gases de efeito estufa no Brasil?** 22 jul. 2021. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/amazonia/desmatamento/afinal-de-onde-vem-as-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-no-brasil/>. Acesso em: 27 out. 2023.

LUCENA, F. **Dos temporais ao forte calor, como a crise climática afeta a saúde mental de moradores do Rio de Janeiro.** 14 jan. 2024. Diário do Rio. Disponível em: <https://diariodorio.com/dos-temporais-ao-forte-calor-como-a-crise-climatica-afeta-a-saude-mental-de-moradores-do-rio-de-janeiro/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

MANDARINO e ARUEIRA. **Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Instituto Pereira Passos. Jul. 2012. Disponível em: <https://www.data.rio>

MEGACIDADES, VULNERABILIDADES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO. Coordenação: INPE e UNICAMP. Elaboração: UFRJ, UERJ, FIOCRUZ, Instituto Pereira Passos e COMLURB. Apoio: Embaixada Britânica no Brasil. Fev. 2011. Disponível em: <https://www.data.rio>

MERLINO, T. **Sem agro, projeto de lei que regulamenta mercado de carbono espera votação no Senado.** 19 mar. 2024. O Joio e o Trigo. Disponível em: <https://ojoioeotrigo.com.br/2024/03/mercado-carbono-agronegocio/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

O GLOBO. **Enterrados, mas ainda vivos.** 23 jun. 2012. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/rio20/enterrados-mas-ainda-vivos-5299933>. Acesso em: 10 out. 2023.

ONU. *Human Climate Horizons. United Nations Development Programme. Climate Impact Lab.* 2023. Disponível em: <https://horizons.hdr.undp.org/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

PAIVA, P. **Baía de Guanabara: a ciência por baixo de suas águas.** 2023. In. Futuros da Baía de Guanabara.

PASTORE, K. **Crédito de Carbono entra na “receita” da Dengo Chocolates.** 09 dez. 2023. NeoFeed. Disponível em: <https://neofeed.com.br/finde/credito-de-carbono-entra-na-receita-da-dengo-chocolates/>. Acesso em: jan. 2024.

PINHEIRO, E. **A Baía de Guanabara, um olhar sobre a história.** 2015. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/livro/07-a-baia-de-guanabara-um-olhar-sobre-a-historia.html>. Acesso em: 01 jul. 2023.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AÇÃO CLIMÁTICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. 2021. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/web/planejamento/64>

POLÍTICA POR INTEIRO. **NDC 2023: o Brasil aumentou a ambição?** 20 set. 2023. Disponível em: <https://politicaporinteiro.org/2023/09/20/ndc-2023-o-brasil-aumentou-a-ambicao/>. Acesso em: 28 out. 2023.

POUDYAL, N. C., SIRY, J. P., & BOWKER, J. M. *Quality of urban forest carbon credits*. 2011. Urban Forestry & Urban Greening, pgs. 223–230. Disponível em: doi:10.1016/j.ufug.2011.05.005

PROLO, C. **Ainda estamos longe de um mercado regulado de carbono no Brasil**. 09 jun. 2022. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/ainda-estamos-longe-de-um-mercado-regulado-de-carbono-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PROLO, C. **Balanço de 2021 e o que esperar dos mercados de carbono em 2022**. 06 jan. 2021. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/balanco-de-2021-e-o-que-esperar-dos-mercados-de-carbono-em-2022.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PROLO, C. **Como melhorar o mercado de carbono voluntário**. 30 set. 2021. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/como-melhorar-o-mercado-de-carbono-voluntario.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PROLO, C. **Mercados de carbono: regular ou não regular? Eis a questão**. 27 mai. 2021. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/mercados-de-carbono-regular-ou-nao-regular-eis-a-questao.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PROLO, C. **O martírio do povo gaúcho é um aviso para o mundo**. 10 mai. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/clima/o-martirio-do-povo-gaucha-e-um-aviso-para-o-mundo/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

PROLO, C. **Quando a emenda fica pior que o soneto da lei de mercado de carbono**. 27 mar. 2024. Valor Investe. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/quando-a-emenda-fica-pior-que-o-soneto-da-lei-de-mercado-de-carbono.ghtml>. Acesso em: 04 jun. 2024.

PROLO, C. **Quem tem medo da regulação do carbono?** 14 abr. 2022. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/quem-tem-medo-da-regulacao-do-carbono.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PROLO, C. **Uma lei de mercado de carbono de gente grande**. 31 ago. 2023. Valor. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/uma-lei-de-mercado-de-carbono-de-gente-grande.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

REIS, F. DE C. M. et al.. **A efetividade social e a concessão do saneamento à iniciativa privada: o caso do leilão da CEDAE no Rio de Janeiro, Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 28, n. 2, p. 547–559, fev. 2023.

REISCH, R. **O Potencial Brasileiro para Gerar Créditos de Carbono Através da Conservação Florestal, Reflorestamento e Produção Agrícola Sustentável**. Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, v. 1, n. 3, 2022. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/61662>. Acesso em: 1 fev. 2024.

REYNALDS, M. **Entenda a maior experiência ambiental da União Europeia**. 27 out. 2023. Um Só Planeta. Disponível em:

<https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2023/10/27/entenda-a-maior-experiencia-ambiental-da-uniao-europeia.ghtml>. Acesso em: 28 out. 2023.

RJ1. **Governo do RJ começa a retirar mais de 50 embarcações à deriva da Baía de Guanabara**. 17 mai. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/05/17/governo-do-rj-comeca-a-retirar-mais-de-50-embarcacoes-abandonadas-da-baia-de-guanabara.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2023.

SABATINI, A. *Urban Forest Carbon Credits 101*. 12 nov. 2022. PlantItGeo. Disponível em: <https://planitgeo.com/library/urban-forest-carbon-credits-101/>. Acesso em: jan. 2024.

SBTI. *Clarification statement to the SBTi Board of Trustees Statement on use of environmental attribute certificates, including but not limited to voluntary carbon markets, for abatement purpose limited to scope 3*. 12 abr. 2024. Disponível em: <https://sciencebasedtargets.org/news/statement-from-the-sbti-board-of-trustees-on-use-of-environmental-attribute-certificates-including-but-not-limited-to-voluntary-carbon-markets-for-abatement-purposes-limited-to-scope-3>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SETA, I. **Sem regras definidas, mercado voluntário de crédito de carbono em comunidades tradicionais tem brechas**. G1 Meio Ambiente. 15 out. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/10/15/sem-regras-definidas-mercado-voluntario-de-credito-de-carbono-em-comunidades-tradicionais-tem-brechas-entenda.ghtml>. Acesso em: 27 out. 2023.

SILVA, V. C. C., ANDRADE, R. C., VERNIN, N. S., & TORRES NETTO, A. (2023). **Estudo das fontes de poluição por microplásticos recorrentes na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro**. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 20, e5. <https://doi.org/10.21168/rega.v20e5>

SOCIENTIFICA. **Pesquisa mostra como os manguezais nos protegem de inundações**. 2022. Disponível em: <https://socientifica.com.br/os-manguezais-nos-protectem-de-inundacoes/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

SOM. *Urban Sequoia*. 2022. Disponível em: <https://www.som.com/research/urban-sequoia/>. Acesso em: jan. 2024.

STANGARLIN, M. **Utilização de inteligência artificial e sensoriamento remoto para estimativa de biomassa, carbono e CO₂ equivalente acima do solo em sistema agroflorestal**. UFSM. 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/31145>.

TAX FOUNDATION. **Carbon Taxes in Europe**. 14 jun. 2022. Disponível em: <https://taxfoundation.org/data/all/eu/carbon-taxes-in-europe-2022>. Acesso em: 28 out. 2023.

TEIXEIRA JR, S. **A Natura adiou seu net zero – para seguir a ciência**. 17 nov. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/empresas/net-zero/a-natura-adiou-seu-net-zero-para-seguir-a-ciencia/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **ANÁLISE: Os (novos) obstáculos do mercado regulado de carbono**. 21 fev. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/analise-a-nova->

corrida-de-obstaculos-do-pl-que-cria-o-mercado-regulado-de-carbono. Acesso em: 04 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **Com R\$ 187 mi, re.green estreia crédito do BNDES para reflorestamento.** 24 jan. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/com-r-187-mi-re-green-estrela-credito-do-bndes-para-reflorestamento/>. Acesso em: jan. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **COP não entrega o ‘mercado global’ de créditos de carbono.** 14 dez. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/empresas/cop-nao-entrega-o-mercado-global-de-creditos-de-carbono/>. Acesso em: 03 jun. 2024. Sobre a frustração das discussões no âmbito das COPs, ver este artigo da Caroline Prolo: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/mercado-regulado/o-fracasso-do-mercado-de-carbono-em-dubai-e-o-burnout-das-cops/>

TEIXEIRA JR, S. **Dez princípios para créditos de carbono de qualidade.** 30 mar. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono/dez-principios-para-creditos-de-carbono-de-qualidade/>. Acesso em: 28 out. 2023.

TEIXEIRA JR, S. **ENTREVISTA: O ambicioso plano de plantar 1 trilhão de árvores.** 31 jan. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/amazonia/reflorestamento/entrevista-o-ambicioso-plano-de-plantar-1-trilhao-de-arvores/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **EUA: sim para os créditos de carbono – mas cortar emissões é a prioridade.** 28 mai. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/eua-sim-para-os-creditos-de-carbono-mas-cortar-emissoes-e-a-prioridade/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **Microsoft compra 3 milhões de créditos de carbono da Re.green.** 10 mai. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/microsoft-compra-3-milhoes-de-creditos-de-carbono-da-re-green/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **Na Pachama, IA dá escala aos créditos de carbono.** 30 jan. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/na-pachama-ia-da-escala-aos-creditos-de-carbono/>. Acesso em fev. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **Novo padrão quer o fim das compensações de carbono.** 14 jul. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/novo-padrao-quer-o-fim-das-compensacoes-de-carbono/>. Acesso em: 28 out. 2023.

TEIXEIRA JR, S. **O plano do Acre para vender um novo tipo de crédito de carbono.** 05 jan. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/o-plano-do-acre-para-vender-um-novo-tipo-de-credito-de-carbono/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

TEIXEIRA JR, S. **Padrão para créditos de carbono é divulgado – mas desmatamento evitado tem que esperar.** 27 jul. 2023. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono/padrao-para-creditos-de-carbono-e-divulgado-mas-desmatamento-evitado-tem-que-esperar/>. Acesso em 28 out. 2023.

TEIXEIRA JR, S. **Por carbono, Apple investe em restauro de florestas no Brasil**. 15 mar. 2024. Reset. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/por-carbono-apple-investe-em-restauro-de-florestas-no-brasil/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

UM SÓ PLANETA. **Produção de comida é maior vilã das mudanças climáticas do Brasil, aponta estudo do Observatório do Clima**. 24 out. 2023. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2023/10/24/producao-de-comida-e-maior-vilada-mudancas-climaticas-do-brasil-aponta-estudo-do-observatorio-do-clima.ghtml>. Acesso em: 13 nov. 2023.

UMCES. **As indústrias na Baía de Guanabara**. *University of Maryland Center for Environmental Science*. 2016. Disponível em: www.umces.edu.

WAYCARBON. “**Unlocking Brazil’s Green Potential**. *A Comprehensive Market Analysis and Business Opportunities on Nature-Based Solutions*”. 2023. Acesso em: jan. 2024.