

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PRISCILA DROZDEK DE ALCÂNTARA

UM ESTUDO SOBRE O MERCADO VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO

CURITIBA

2022

PRISCILA DROZDEK DE ALCÂNTARA

UM ESTUDO SOBRE O MERCADO VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de MBA em Gestão Ambiental, no setor de Agrárias, na Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Profº Drº Carlos Sanquetta

CURITIBA

2022

RESUMO

O objetivo da pesquisa é apresentar os números do mercado voluntário de crédito de carbono mundial, mostrando volumes comercializados, preços, tipos e origem dos projetos, principais compradores e certificações. O trabalho foi desenvolvido a partir de estudo bibliográfico e de relatórios recentes divulgados sobre o mercado de carbono. Com o estudo se busca entender a demanda em torno do crédito de carbono proveniente do mercado voluntário e qual o seu papel em atender a meta do Acordo de Paris de 2015 em limitar o aquecimento global a 1,5° C (no máximo 2° C). Tendo essa meta significativa em perspectiva, o mercado voluntário de crédito de carbono apresenta tendência de crescimento, sendo a procura principal por créditos de carbono provenientes de atividades florestais e de uso da terra. A qualidade dos créditos emitidos tem sido endereçada pelos diferentes organismos de certificação a fim de se garantir e real compensação ou redução do dióxido de carbono na atmosfera. Portanto, o crédito de carbono voluntário pode ser uma das alternativas viáveis de descarbonização mundial.

Palavras-chave: crédito de carbono; mercado voluntário de crédito de carbono; Acordo de Paris.

ABSTRACT

The objective of the research is to present the numbers of the global voluntary carbon credit market, such as volume traded, prices, types and origin of projects, main buyers and certifications. The work was developed from a bibliographic study and recent reports published on the carbon market. The study seeks to understand the demand for carbon credit from the voluntary market and its role in addressing the Paris Agreement goal from 2015 of limiting global warming to 1.5° C (maximum 2° C). Having this significant target in perspective, the voluntary carbon credit market shows a growth trend, with the main demand for carbon credits coming from forestry and land use activities. The quality of the credits issued has been addressed by the different certification bodies in order to guarantee a real compensation or reduction of carbon dioxide in the atmosphere. Therefore, the voluntary carbon credit can be one of the viable alternatives for global decarbonization.

Keywords: carbon credit; voluntary carbon credit market; Paris Agreement.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	METODOLOGIA	7
3	MERCADO REGULADO	8
4	MERCADO VOLUNTÁRIO	9
4.1	VOLUMES VS PREÇOS	11
4.2	TIPOS DE PROJETOS	14
4.3	PADRÕES DE CERTIFICAÇÃO	17
4.4	ORIGEM DOS CRÉDITOS	20
4.5	COMPRADORES	22
4.6	CUSTOS E PRECIFICAÇÃO	24
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	26
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

As proporções de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera tem se desequilibrado devido a ação humana, resultando em uma maior concentração de radiação infravermelha e de aumento da temperatura do planeta. Desde a Revolução Industrial em 1850, as concentrações de CO₂ aumentaram dramaticamente, saindo do nível de 280 ppm¹ e chegando ao montante de 422 ppm em maio de 2022. Esse valor é compatível com a época do Plioceno há cerca de 4.5 milhões de anos atrás, quando os oceanos tinham entre 5 a 25 metros a mais do que hoje (STEIN, 2022).

Os efeitos climáticos resultantes dessas proporções de CO₂ na atmosfera já são sentidos por todos e suas fontes de emissão são conhecidas: queima de combustíveis fósseis, seja para transporte ou geração de energia, desmatamento, manufatura de cimento, entre outros. Existem diferentes maneiras de se diminuir a concentração de carbono na atmosfera, a mais significativa é a substituição da matriz energética para fontes de baixo carbono. Para casos de complexa e cara descarbonização, o crédito de carbono torna-se uma opção.

O mercado de crédito de carbono passa a ganhar forma a partir de negociações internacionais dentro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*), que promove anualmente a Convenção das Partes (COP). Na COP 3 de 1997, foi estabelecido o Protocolo de Quioto que deu as bases para a comercialização do crédito de carbono ao promover os chamados “mecanismos de flexibilização”: “(i) Comércio de Emissões, (ii) Implementação Conjunta e (iii) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (“MDL”).” (PROLO *et al*, 2022, p. 15).

Mais de uma década depois, em 2015, na COP 21, o Acordo de Paris instaura o compromisso de limitar o aquecimento terrestre a menos de 2° C acima de níveis pré-industriais, sendo desejável limitar a 1,5° C (ACORDO de Paris, 2015). O Artigo 6 do deste acordo trata da criação de um mercado de carbono global e permaneceu indefinido até a COP 26, em novembro de 2021, onde foram estabelecidas premissas para uma regulação do mercado de carbono mundial. Os principais pontos que a COP 26 trouxe foi a obrigatoriedade dos Estados signatários

¹ Ppm= parte por milhão

do Acordo (desenvolvidos ou em desenvolvimento) de cumprir metas climáticas, e cria-se um intercâmbio entre emissões e compensações entre os países onde todas as trocas seriam contabilizadas. Com isso, os créditos provenientes do mercado voluntário também passam a contar no orçamento de carbono do país que concede e do país que adquire. Os detalhes da contabilização desse orçamento de carbono ainda estão por ser discutidos na COP 27 (PROLO, 2021).

Mas qual seria o motivo de colocar um preço no carbono e comercializá-lo? Os gases de efeito estufa (GEE), incluindo o CO₂, são um exemplo do que na economia se chama de “externalidade negativa”: “os benefícios da atividade econômica que causa as emissões são privados, enquanto os custos gerados pelos gases que vão para a atmosfera acabam sendo arcados por toda a sociedade” (VIRI, 2022, p. 6). Portanto, comercializar o crédito de carbono é uma forma de internalizar estes custos e estimular os agentes a buscar oferecer serviços e produtos de baixo carbono, para fins de não arcar com os custos de depositar GEE na atmosfera (VIRI, 2022).

As emissões de CO₂ podem ser precificadas de diferentes formas: tributação em cima do que foi emitido ou através de um sistema de comércio, podendo este ser regulado pelo governo ou voluntário no âmbito privado (VIRI, 2022).

Dentro deste contexto, o presente trabalho irá fazer uma breve exposição sobre o mercado regulado e na sequência dará enfoque aos números do mercado voluntário de crédito de carbono e suas metodologias e certificações. O objetivo é demonstrar seu potencial de crescimento e de contribuição para atender a meta global de limitar o aquecimento terrestre, definido pelo Acordo de Paris conforme supracitado.

2 METODOLOGIA

A pesquisa baseou-se em uma abordagem qualitativa, realizou-se uma revisão bibliográfica dos relatórios do *Ecosystem Market Place* e Banco Mundial e artigos. Dado a grande volatilidade do mercado de carbono, o principal critério se deu por buscar materiais mais recentes, mas não se limitando a isso, portanto, artigos mais antigos também foram consultados. A principal fonte de busca foi a partir de *Google Scholar*, e as próprias referências dos artigos consultados que

levavam a mais materiais. Serviram de apoio também algumas notícias recentes, pois como foi mencionado, este mercado é muito dinâmico e novas possibilidades tem surgido com rapidez.

3 MERCADO REGULADO

Do inglês, *emissions trading system – ETS*, traduzindo como Sistema de Comércio de Emissões, e também conhecido como *cap and trade*, o governo dita as regras e regula as metas de redução de emissão, tendo metas e cronogramas diferentes para cada setor (PROLO *et al*, 2022). O mercado regulado nasceu de incentivo da ONU a partir do Protocolo de Quioto e o mecanismo mais famoso é MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Protocolo de Quioto, 1998).

No mercado regulado há um teto limite que uma empresa de determinado setor pode emitir de CO₂. Caso ela ultrapasse esse limite, ela terá de fazer a compensação comprando crédito de outra empresa que emitiu a menos. Com o tempo, o teto limite de emissões irá reduzindo, a título de incentivar as empresas a adotarem operações mais limpas (VIRI, 2022).

Explicando o *cap and trade* nas palavras de Silva (2012, p. 21-22):

- i. Distribuição inicial de licenças de emissão (*cap*): inicialmente é determinado um limite máximo de emissões global para o país em questão, sendo depois distribuídas licenças de emissão aos agentes emissores de GEE que operam nesse país. A distribuição é feita com base em critérios como o ramo e a dimensão da actividade;
- ii. Livre transacção de licenças (*trade*): Depois dessa distribuição das licenças de emissão é permitido aos seus detentores transaccioná-las entre si, de modo a que quem disponha de licenças que não utiliza plenamente as possa vender a quem precisa de ultrapassar as que lhe foram atribuídas na divisão inicial. Cria-se, assim, um mercado onde se forma um preço para essas licenças, resultante da interacção entre a oferta e a procura.

Portanto, o mercado regulado é fechado e com regras fixas que variam de local para local. Os preços acabam variando significativamente, em julho de 2022 “na China, o preço está em cerca de US\$ 6, na Califórnia, US\$ 25, e na Europa – o mercado mais antigo e mais maduro – chega a US\$ 85” (VIRI, 2022, p. 8).

Em 2021, o mercado regulado de crédito de carbono mundial arrecadou US\$ 84 bilhões de dólares, incluindo taxas de imposto (VIRI, 2022).

Até abril de 2022, existem 9 mercados nacionais estabelecidos e 29 sub-nacionais (de estados ou cidades, como Califórnia e Tóquio) e a iniciativa regional da União Europeia (PROLO *et al*, 2022).

No Brasil, ainda não há um mercado regulado de emissões, pois o Protocolo de Quioto enfatiza a responsabilidade dos países industrializados em regulamentar suas emissões, não criando obrigatoriedade para os países em desenvolvimento, mas isso não impede o Brasil de já esboçar um mercado. A Lei 12.187 de 2009 estabelece que haverá um futuro Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE). No artigo 9º o crédito é tido como “títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas” (BRASIL, 2009).

Em 19 de maio de 2022, foi divulgado o Decreto nº 11.075 que estabelece (BRASIL, 2022):

Art. 1º Este Decreto estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas a que se refere o parágrafo único do art. 11 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa - Sinare.

Porém o decreto não dá mais detalhes de como seria o funcionamento do mercado de crédito de carbono.

Está em trâmite na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 528 de 2021 que regula o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). O Projeto aborda os padrões de certificação (validação, monitoramento, verificação periódica e publicização) para projetos ou programas de créditos de carbono (BRASIL, 2020).

4 MERCADO VOLUNTÁRIO

No mercado voluntário, as empresas buscam compensar suas emissões livremente, por questões de reputação e diferencial de mercado. Estas não são incluídas no mercado regulado. Para garantir a qualidade e a seriedade do crédito de carbono comprado no mercado voluntário, existem certificações que estabelecem metodologias em como quantificar o crédito e regular o mesmo, havendo processos de verificação e validação por terceiros.

Um crédito de carbono equivale a uma tonelada de CO₂ que deixou de ser emitido ou foi compensada. O termo mais exato seria *verified emission reductions* –

VER, no português redução verificada de emissões, já que nem sempre essas unidades são utilizadas para fim de compensação de emissões (PROLO *et al*, 2022).

Enquanto que no mercado regulado as empresas só podem comprar crédito dentro do seu território nacional², no voluntário se pode comprar crédito de qualquer outro lugar (VIRI, 2022, p. 11).

Para se criar um projeto de carbono, existem as seguintes etapas (VIRI, 2022):

1. Composição do Documento de Concepção do Projeto, do inglês *Project Design Document* (PDD): indica a quantidade de crédito de carbono a ser gerado por determinado período de tempo, de acordo com a metodologia escolhida para o tipo de projeto determinado.
2. Relatório de Validação: é realizada uma auditoria do PDD conduzido por organização independente credenciada pela metodologia escolhida. Estes dois primeiros documentos são disponibilizados para consulta pública, no registro do projeto.
3. Relatório de Monitoramento: atesta a quantidade de créditos gerados a partir do monitoramento da área dentro do período do projeto, podendo este ser de 1 a 5 anos.
4. Relatório de Verificação: divulga o volume de créditos gerados no período de tempo determinado.

Uma vez emitido o Relatório de Verificação, há a emissão dos créditos. Estes ganham um número de série único, rastreável e que evita duplicidade. Os créditos são armazenados na conta do desenvolvedor do projeto, dentro da plataforma da metodologia escolhida, podendo serem transferidos para outra conta ou aposentados³ (VIRI, 2022).

A fim de se garantir a qualidade dos créditos, os seguintes pré-requisitos devem ser atendidos (PROLO *et al*, 2022, p. 26):

- A redução de emissões deve ser real
- A redução de emissões deve ser mensurável
- A redução de emissões deve ser permanente, e deve haver salvaguardas para minimizar o risco de reversão, e, caso a reversão ocorra, deve-se garantir a substituição ou compensação das reduções ou remoções

² Até o presente momento, essa é a situação. Em futuras negociações das COPs, esse cenário pode mudar.

³ Os créditos são aposentados quando são utilizados para compensar a pegada de carbono de um beneficiário.

- As reduções e remoções de emissões de GEE devem ser adicionais ao que aconteceria em um cenário usual de negócios sem a realização do projeto
- Os resultados devem ser auditados independentemente
- Cada crédito de carbono deve ser único e não deve haver dupla reivindicação do benefício ambiental.
- Deve haver divulgação pública das informações relacionadas ao projeto
- O projeto deve identificar e mitigar eventuais riscos de danos socioambientais

4.1 VOLUMES VS PREÇOS

Os montantes de crédito de carbono negociados no mercado voluntário mundial tiveram um crescimento inicial forte em 2008, seguido por uma queda, tendência que se inverteu a partir de 2018 de acordo com os dados do *Ecosystem Marketplace*:

FIGURA 1 – TAMANHO DO MERCADO POR VALOR NEGOCIADO DE COMPENSAÇÕES VOLUNTÁRIAS DE CARBONO, PRÉ-2005 ATÉ 31 DE AGOSTO DE 2021



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 3)

NOTA: Annual Value: Valor Anual; Cumulative Value: Valor Cumulativo; Voluntary: Voluntário; 2021 through 31 Aug: 2021 até 31 de agosto (tradução nossa).

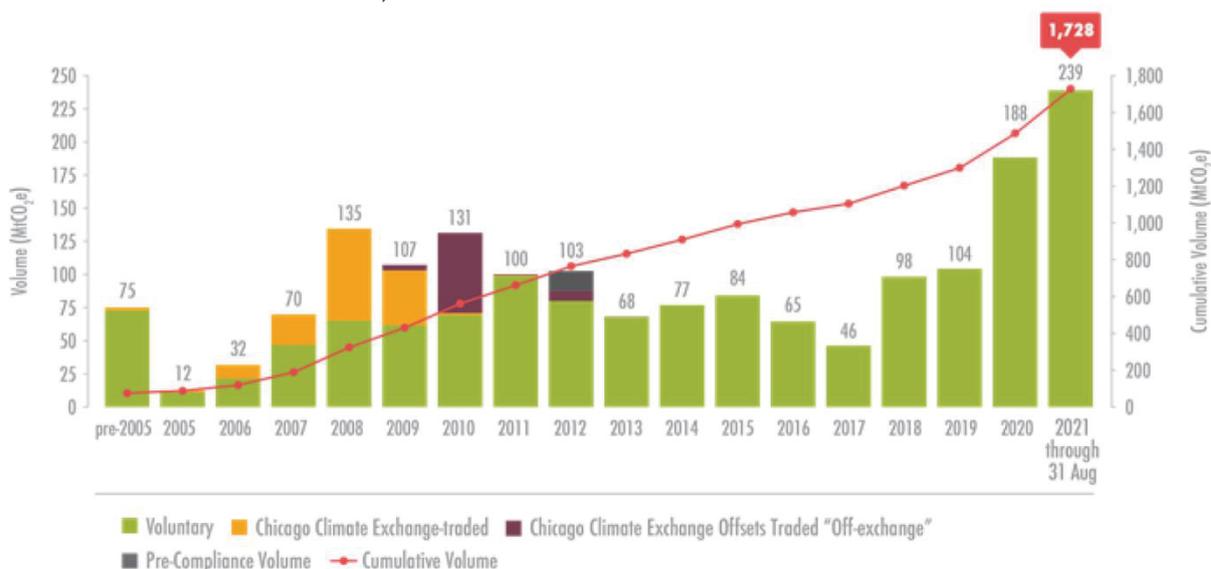
Ao fim de 2021, o valor bateu na casa do US\$1 bi (The EM Insights Team, 2021), somando mais de US\$7 bi de créditos comercializados desde 2005.

⁴ A Chicago Climate Exchange que aparece no gráfico foi um mercado significativo de comercializações de crédito voluntários nos EUA, apesar deste país não ter ratificado o protocolo de Kyoto.

Viri (2022, p. 11) traz que o mercado voluntário de carbono tende a crescer cada vez mais, vindo os seus valores a “girar entre US\$ 50 bilhões e US\$ 100 bilhões até 2030.”

Quanto ao volume de carbono compensado, há um grande crescimento mesmo em anos de pandemia. O crescimento de 2019 para 2021 mais que dobrou, como indicado:

FIGURA 2 - TAMANHO DO MERCADO POR VOLUMES NEGOCIADOS DE COMPENSAÇÕES VOLUNTÁRIAS DE CARBONO, PRÉ-2005 A 31 DE AGOSTO DE 2021



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 4)

NOTA: Cumulative Volume: Volume Cumulativo; Voluntary: Voluntário; Pre-Compliance Volume: Volume Pré-compliance; 2021 through 31 Aug: 2021 até 31 de agosto (tradução nossa). MtCo₂e= metric tonne of carbon dioxide equivalent: tonelada métrica equivalente de dióxido de carbono (tradução nossa).

Em termos de projeção de volume, estima-se que a demanda irá crescer 15 vezes até 2030, somando de 1,5 a 2 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂) por ano e 100 vezes até 2050, crescendo entre 7 e 13 GtCO₂ por ano. “Espera-se que o crescimento do volume de demanda seja refletido em valor, com algumas estimativas prevendo que o mercado aumente 7-20% em valor em um ano, atingindo um valor total de US\$ 1,5-1,7 bilhão em 2022” (PRYOR *et al*, 2022, p. 41).

Fazendo uma relação de volume, preço do crédito e quantidade comercializada, o preço da tonelada se manteve parecido:

TABELA 1 - VISÃO GERAL ANUAL DO MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO, DE 2019 A 31 DE AGOSTO DE 2021

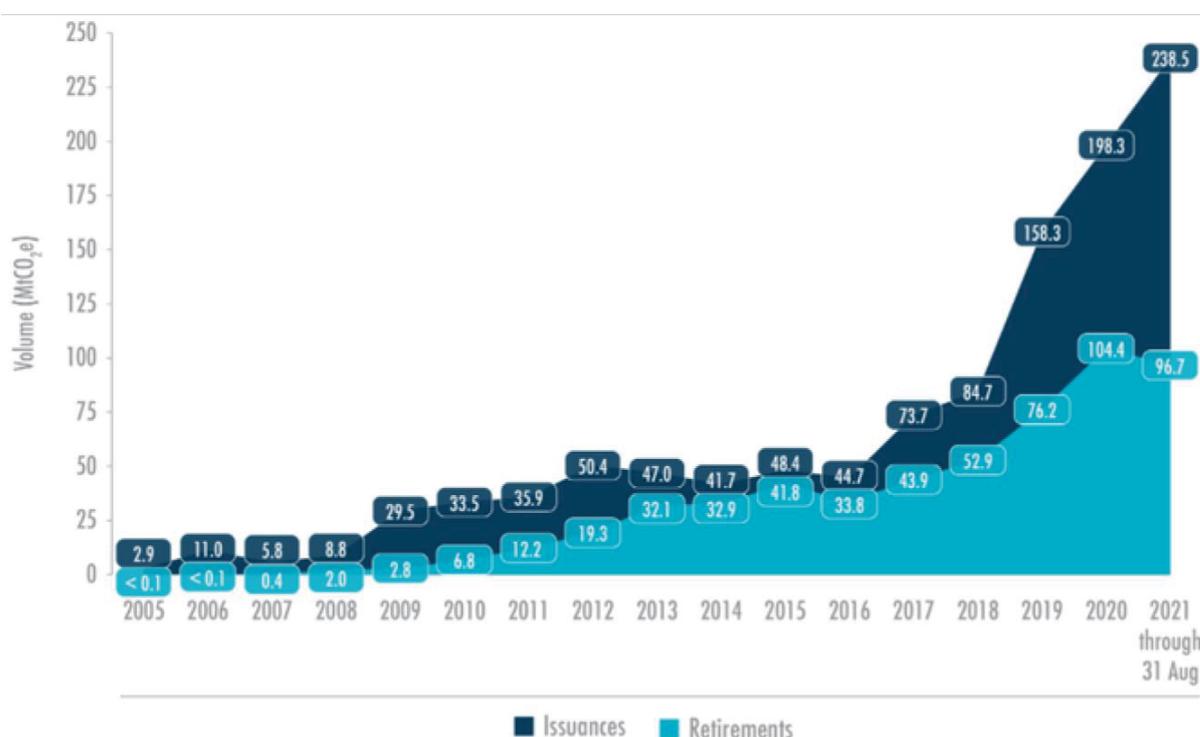
	Volume (MtCO ₂ e)	Preço por tonelada (USD)	Valor (USD)
2021 (até agosto)	239.3	\$3.13	\$748M
2020	188.2	\$2.51	\$473M
2019	104.3	\$3.07	\$320M

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 5, tradução nossa)

Vale ressaltar que o preço do crédito no mercado voluntário depende da quantidade de toneladas sendo comercializadas e dos tipos de projetos, assim como sua origem e safra. É, portanto, um mercado muito segmentado.

A próxima tabela indica a relação entre emissão de crédito versus aposentadoria dos mesmos. O crédito é aposentado quando é vendido/compensado. A quantidade de emissões supera a aposentadoria, fruto de muitos projetos de carbono surgindo:

FIGURA 3 - TAMANHO DO MERCADO POR EMISSÕES VOLUNTÁRIAS DE COMPENSAÇÃO DE CARBONO E APOSENTADORIAS, DE 2004 A 31 DE AGOSTO DE 2021



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 8)

NOTA: Issuances: Emissões; Retirements: Aposentadorias; 2021 through 31 Aug: 2021 até 31 de agosto (tradução nossa).

Outra possibilidade que explica o volume de aposentadoria ser inferior ao de oferta seria por estratégia das empresas, realizando compras para manter os créditos reservados e a serem utilizados apenas ao longo prazo (garantindo assim

um preço reduzido no presente) ou para revenda a um preço mais elevado no futuro (PRYOR et al, 2022).

4.2 TIPOS DE PROJETOS

Os créditos de carbono do mercado voluntário advêm de diferentes origens, sendo o de energias renováveis o mais significativo até 2021, quando os créditos florestais tomaram a dianteira.

Abaixo a relação de categoria de crédito, volume, preço da tonelada e valor transacionado:

TABELA 2 – TAMANHO DO MERCADO DE CRÉDITO DE CARBONO POR CATEGORIA DE PROJETO, ENTRE 2019 E 31 DE AGOSTO DE 2021

	2019			2020				2021 (até agosto)			
	Volume (MtCO2e)	Preço por tonelada (USD)	Valor (USD)	Volume (MtCO2e)	Mudança em % de volume em relação ao ano anterior	Preço por tonelada (USD)	Valor (USD)	Volume (MtCO2e)	Mudança em % de volume em relação ao ano anterior	Preço por tonelada (USD)	Valor (USD)
Atividade Florestal e Uso da Terra	36.7	\$4.33	\$159.1M	48.1	30.9%	\$5.60	\$269.4M	115.0	139.4%	\$4.73	\$544.0M
Energia Renovável	42.4	\$1.42	\$60.1M	80.3	89.4%	\$0.87	\$70.1M	80.0	-0.3%	\$1.10	\$88.4M
Eficiência Energética/ Troca de Combustível	3.1	\$3.87	\$11.9M	31.4	921.0%	\$1.03	\$32.3M	16.1	-48.9%	\$1.57	\$24.2M
Agricultura	-	-	-	0.3	-	\$9.23	\$2.8M	3.4	876.8%	\$1.36	\$4.6M
Depósito de Resíduos	7.3	\$2.45	\$18.0M	8.3	13.0%	\$2.76	\$22.9M	2.7	-67.6%	\$3.93	\$10.6M
Transporte	0.4	\$1.70	\$0.7M	1.1	165.2%	\$0.64	\$0.7M	2.1	99.3%	\$1.00	\$2.1M
Dispositivos Domésticos	6.4	\$3.84	\$24.8M	3.5	-45.4%	\$4.95	\$17.3M	1.8	-49.8%	\$5.75	\$10.4M
Processos Químicos/ Manufatura Industrial	4.1	\$1.90	\$7.7M	1.3	-68.7%	\$1.90	\$2.5M	1.1	-11.2%	\$3.22	\$3.5M

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 10, tradução nossa)

O projeto líder em crédito de carbono é Atividades Florestais e Uso da Terra, sendo este um dos mais valorizados por tonelada dado seus co-benefícios, que incluem apoio a biodiversidade e geração de renda para comunidades envolvidas (VIRI, 2022).

Dentro dos projetos de Atividades Florestais e Uso da Terra, estão os projetos certificados como REDD+, que estará explicado em mais detalhes no tópico 3.4 sobre certificações. Este tipo de projeto cresceu 166% para projetos de desmatamento não planejado evitado e 972% de crescimento para desmatamento planejado evitado, entre 2020 e 2021 (DONOFRIO *et al*, 2021).

Dentro da categoria de Atividades Florestais e Uso da Terra, há também o *Improved Forest Management* (IFM)/ Manejo Florestal Aprimorado que indica

práticas mais sustentáveis de manejo da terra, diferente das práticas usuais. Esse tipo de crédito tem grande força na Ásia (DONOFRIO *et al*, 2021).

Outra modalidade deste crédito é *Afforestation and Reforestation (ARR)*/ Florestamento e Reflorestamento que age na recuperação de áreas degradadas. O seu crescimento mais significativo está na Ásia com um crescimento de 383%, e na América Latina, crescendo 13% entre 2019 e agosto de 2021. A grande porcentagem da Ásia se concentra na China (DONOFRIO *et al*, 2021).

A segunda grande categoria de projetos comercializados é de Energias Renováveis. O volume quase dobrou entre 2019 e 2020, mas se manteve estável em 2021. O aumento do volume comercializado em 2020 ao mesmo tempo que seu preço cai é reflexo de uma grande oferta vindo da Ásia. O seu volume não cresceu entre 2020 e 2021 devido questionamentos em cima do fator adicionalidade, que será explicado mais a seguir, logo, órgãos certificadores começaram a declinar projetos dentro dessa categoria (DONOFRIO *et al*, 2021).

A categoria de Eficiência Energética ocupa a terceira posição no quesito volume de créditos. Este ocupava em 2019 apenas 3% do mercado, mas em 2020 deu um salto para 16,5%, embora o seu preço tenha caído de US\$3,87 para US\$1,03 por tonelada. Até agosto de 2021, o volume desse tipo de crédito caiu pela metade (dando espaço aos créditos florestais citados acima), ao mesmo tempo que o preço subiu 50% (DONOFRIO *et al*, 2021). Projetos dessa natureza utilizam menos energia do que o convencional, como por exemplo carros com maior eficiência energética.

Na sequência está projetos de Agricultura. Antes de 2020, esta categoria estava dentro de Uso do Solo, devido seus baixos volumes, porém teve um aumento significativo de volumes comercializados, 876% entre 2020 e 2021. O seu preço por tonelada caiu devido barateamento nos custos das pastagens (DONOFRIO *et al*, 2021). Projetos nessa ceara incluem o “balanço energético total necessário à sua produção, transporte e disponibilização” (ANDRADE; FEIDEN, 2017, não p.) e incluem transacionar a fonte energética para opções de baixo carbono, como a utilização de biocombustíveis. Vale-se mencionar também o uso de “biodigestores [...], auto geração de energia, agrofloresta, substituição de fertilizantes fósseis por fertilizantes orgânicos, substituição dos agrotóxicos por planos de manejo sustentáveis e plantio direto em substituição ao plantio convencional” (ANDRADE; FEIDEN, 2017, não p.).

No setor de Transporte não há grandes alterações nos preços e volumes, embora este último demonstre crescimento constante. Devido novas tecnologias estarem sendo desenvolvidas para transporte limpo, esta categoria tem o potencial de crescer nos próximos anos (DONOFRIO *et al*, 2021). Em Dispositivos Domésticos, o volume de comercialização tem diminuído a cada ano em uma taxa média de 40%. Projetos deste tipo incluem a implantação de fogões com maior eficiência energética em especial em áreas rurais e pobres (DONOFRIO *et al*, 2021).

Um tipo de projeto ainda não mensurado pelo *Ecosystem Marketplace* (DONOFRIO *et al*, 2021), mas que vem ganhando importância é o de *blue carbon*, carbono azul, onde o carbono é sequestrado e armazenado por “manguezais, prados de plantas marinhas e pântanos marinhos, [...] e fornece co-benefícios, como proteção costeira e melhoria da pesca” (MACREADIE *et al*, 2021, não p.).

Existe o debate sobre quais categorias são as preferenciais, as que removem carbono da atmosfera, como é o caso do crédito florestal ou de reduções que impedem aumento nas concentrações de CO₂ na atmosfera, como os projetos de energia renovável. O preço acaba diferindo significativamente:

TABELA 3 – VOLUMES E PREÇOS DE CRÉDITOS DE REMOÇÃO E REDUÇÃO, 2020 E 2021 (ATÉ AGOSTO)

	2020		2021 (até agosto)	
	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)
Remoções	9.0	\$7.93	5.6	\$7.98
Reduções	84.4	\$1.60	52.9	\$1.71

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 15, tradução nossa)

De acordo com a *Science-Based Targets Initiative* (apud DONOFRIO *et al*, 2021), há o incentivo para as empresas buscarem projetos de remoção de carbono (também chamadas de neutralizações), acima de reduções ou compensações, sendo que os preços de créditos pelo primeiro subiram 48% entre 2021 e março de 2022, chegando à marca de US\$19, crescendo mais que todas as outras categorias (PRYOR, 2022).

Embora os projetos de remoção sejam mais incentivados e até mesmo buscado por compradores, o seu volume é baixo em comparação aos de redução. Esse número pode se dar devido baixo registro de projetos de remoção, pois ainda

são recentes e a isso se relaciona o fato de que projetos de remoção levam mais tempo para emitir os créditos - são projetos de médio e longo prazo (PRYOR, 2022).

4.3 PADRÕES DE CERTIFICAÇÃO

No mercado voluntário os mecanismos de certificação são independentes do governo. A fim de se dar qualidade e lastro aos créditos provenientes deste mercado, Silva (2012) traz as premissas de adicionalidade, credibilidade e durabilidade, descritos a seguir com contribuição de diferentes autores.

O projeto “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” (VIRI, 2022, p. 13). Uma analogia interessante é feita por Kollmuss, Zink e Polycarp (2008, p. 15):

Se compro compensações de carbono, faço a afirmação implícita de que renuncio a reduzir minhas próprias emissões (ou seja, ainda dirijo meu carro) em troca de pagar a alguém para reduzir emissões em meu lugar. Se eu “neutralizei” as emissões que causei ao dirigir meu carro comprando compensações de alguém que teria reduzido suas emissões de qualquer maneira, independentemente do meu pagamento, eu, na verdade, não neutralizei minhas emissões, mas apenas subsidiei uma atividade que teria acontecido de qualquer forma.

E para definir se há a adicionalidade, existe o conceito de *baseline*, uma base de referência no qual se verifica qual seria a taxa de emissão caso o projeto não fosse implementado, “a efetiva redução e/ou mitigação das emissões de GEE é dada pela diferença entre a linha de base antes da atividade do projeto e a verificação das emissões após a introdução do projeto” (SOUZA *et al*, 2012, p. 531).

Dentro do conceito de credibilidade se busca prevenir *leakages*, fugas de quantias pré-fixadas de créditos de carbono (SILVA, 2012). É de grande importância entender se o projeto não irá intensificar as emissões em outras áreas ou simplesmente transferir os impactos ambientais para outra região. Por exemplo, uma floresta que deixa de ter recursos madeireiros explorados, pode transferir sua exploração para outra área, intensificando o desmatamento desta. Esses são efeitos indiretos a serem estudados.

Por fim, o conceito de durabilidade enfatiza a necessidade de incluir mecanismos para garantir a continuidade do projeto tendo em vista riscos

premeditados e que podem ser reduzidos, por exemplo, desmatamento ou incêndios em projetos de créditos florestais (SILVA, 2012, p. 28).

Existem órgãos certificadores que avaliam todos os fatores listados acima e garantem a não duplicidade dos créditos – projetos que não terão seus créditos contatos mais de uma vez (AGUIAR; ÂNGELO, 2020).

Abaixo segue a relação das certificações mais presentes no mercado e seus volumes e preços comercializados entre 2019 e 2021 (até agosto):

TABELA 4 - VOLUME E PREÇO MÉDIO DE COMPENSAÇÃO DE CARBONO VOLUNTÁRIO TRANSACIONADO POR PADRÃO

	2019		2020		2021 (até agosto)	
	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)
American Carbon Registry (ACR)	2.5	\$5.36	5.4	\$8.44	2.0	\$11.37
Clean Development Mechanism (CDM)	4.9	\$2.02	7.0	\$2.19	8.2	\$1.13
Climate Action Reserve (CAR)	4.0	\$2.34	2.1	\$4.44	4.9	\$2.12
Gold Standard	13.2	\$5.27	13.9	\$4.57	5.2	\$3.94
Plan Vivo	0.9	\$8.99	1.2	\$8.49	0.7	\$11.58
Verified Carbon Standard (VCS)	44	\$1.74	66.1	\$3.76	125.6	\$4.17

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 19, tradução nossa)

O *American Carbon Registry* (ACR) cresceu significativamente em preço, crescendo em participação no Noroeste dos Estados Unidos e Canadá (DONOFRIO *et al*, 2021). Os projetos validados pelo ACR incluem reflorestamento, mudança do tipo de combustível e captura de gases provenientes de dejetos animais e de aterros sanitários (KOLLMUSS *et al*, 2010).

Clean Development Mechanism (CDM), Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, foi estabelecido pelo Protocolo de Kyoto e é administrado pela UNFCCC. Neste mecanismo do mercado regulado, os países industrializados pagam aos países em desenvolvimento por projetos de *certified emission reductions* (CERs), no português, reduções de emissões certificadas. Este cresceu em volume devido aos projetos de hidrelétricas ao fio da água, aumentando 1504% entre 2019 e agosto de 2021 (DONOFRIO *et al*, 2021).

O padrão *Climate Action Reserve* (CAR), presente nos Estados Unidos, é “focado em garantir a integridade ambiental dos projectos de redução de emissões de GEE, com vista a criar e apoiar um valor financeiro e ambiental no Mercado de Carbono desse país” (SILVA, 2012, p. 28). Teve seu preço por tonelada

severamente reduzido entre 2020 e 2021, embora o seu volume tenha aumentado devido a projetos de manejo de pastagem e pradarias (DONOFRIO *et al*, 2021).

O padrão *Gold Standard* requer co-benefícios, trazendo atributos de promoção social e proteção a biodiversidade e engaja fortemente os stakeholders no processo (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008). Seu preço declinou no passar dos anos e em 2021, a queda de volume foi significativa.

Plan Vivo apesar de ter um dos menores volumes, manteve os maiores preços registrados. Consiste de “um padrão para projetos agroflorestais baseados na comunidade e se concentra na promoção de meios de subsistência sustentáveis em comunidades rurais” (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008, p. 30) Por ter essa característica, seus padrões de conservação e relação com comunidades são elevados.

A certificação mais conhecida é a Verra, que criou a certificação *Verified Carbon Standard* (VCS). A Verra atua com todos os tipos de projetos, a exceção de usinas nucleares e hidrelétricas que excedam a produção de 80MW (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008).

Os projetos que mais têm ganhado espaço são de reflorestamento em áreas degradadas e de desmatamento evitado, o chamado REDD+, representando 86% dos projetos registrados pela VCS e estão predominantes da América do Sul e Ásia. Os padrões para esses projetos têm sido constantemente melhorados, para facilitar o monitoramento das áreas, assim como para aumentar a transparência e integridade dos mesmos (DONOFRIO *et al*, 2021).

O REDD foi proposto por um conjunto de ONGs brasileiras na COP 9 e o intuito era gerar incentivos aos países em desenvolvimento para promover a preservação e receber remuneração por isso. Na COP 16 foi estabelecida uma definição do escopo dos projetos REDD (PROLO *et al*, 2022, p. 19-20):

- (i) redução das emissões provenientes de desmatamento; (ii) redução das emissões provenientes da degradação florestal; (iii) conservação de estoques de carbono florestal; (iv) manejo sustentável de florestas; e (v) aumento dos estoques de carbono florestal.

Assim o REDD passou a ir além do desmatamento evitado e incluir o manejo florestal sustentável e conservação florestal. Esse aprimoramento modificou a sigla de REDD para REDD+.

Outras certificações encontradas no mercado são: VER+, The Voluntary Offset Standard (VOS), Chicago Climate Exchange (CCX), the Climate, Community & Biodiversity Standards (CCBS), ISO 14064-2, GHG Protocol for Project Accounting (KOLLMUSS; ZYNK; POLYCARP, 2008).

O que todas as certificações do mercado voluntário devem possuir são parâmetros que vão garantir a qualidade de seus créditos: garantir que estes são adicionais e duradouros, monitorados e verificados para garantir o que foi produzido, e registrados para garantir que o crédito seja vendido apenas uma vez (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008).

Sobre a durabilidade do projeto, cada certificação e tipo de projeto terá suas especificações. De acordo com o estudo de Kollumuss, Zink e Polycarp (2008), projetos florestais podem durar entre 20 e 100 anos, enquanto que de outros tipos de 4 a 25 anos. Existe a possibilidade de renovação dos projetos, para estender os mesmos – cada certificação terá o seu período limite.

A safra dos projetos, do inglês *vintage*, corresponde ao “ano em que ocorrem as reduções de emissões. A safra das compensações pode não corresponder necessariamente ao ano em que as compensações são negociadas” (DONOFRIO *et al*, 2021, p. A8), podendo ser até de safras futuras.

As definições de data de começo de um projeto podem variar igualmente dependendo da certificação. VSC considera “a data em que o projeto atingiu o encerramento financeiro” (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008, p. 26), enquanto que para o Gold Standard o projeto começa quando há comprovada remoção ou redução de CO₂ da atmosfera. De maneira geral se considera o começo do projeto após seu registro (KOLLMUSS; ZINK; POLYCARP, 2008).

4.4 ORIGEM DOS CRÉDITOS

Atualmente a maior parte é emitida na Ásia. De 2019 para 2020 o volume quase dobrou, acompanhando uma alta nos preços de 85%. Os créditos são provenientes de projetos de Atividades Florestais e Uso da Terra, Energias Renováveis e Eficiência Energética. Abaixo segue a origem dos créditos por região, com respectivo volume e preço por tonelada:

TABELA 5 – VOLUME DE COMPENSAÇÃO VOLUNTÁRIA DE CARBONO TRANSACIONADO E PREÇO MÉDIO POR REGIÃO DO PROJETO, 2019 - AGOSTO DE 2021

	2019		2020		2021 (até agosto)	
	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)
Africa	16.1	\$3.94	14.9	\$4.24	23.9	\$5.52
Ásia	45.6	\$1.80	63.0	\$1.60	91.8	\$3.34
Europa	1.1	\$2.92	1.7	\$9.47	0.8	\$2.96
América Latina e Caribe	15.3	\$3.45	18.9	\$4.17	36.6	\$3.74
América do Norte	15.5	\$3.51	11.6	\$6.31	10.0	\$5.13
Oceania	0.5	\$12.53	0.1	\$20.57	0.1	\$32.93

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 17, tradução nossa)

Olhando em mais detalhes os números asiáticos, os créditos Florestais e de Uso da Terra foram os protagonistas tanto em volume quanto em preço. Em 2020, do total do volume, 8,8 MtCO₂e⁵ foram provenientes de créditos Florestais, em 2021 o volume subiu para 59,9 MtCO₂e, sendo estes em sua maioria provenientes do Camboja e Indonésia. O preço diminuiu de US\$5,35 em 2020 para US\$4,24 no ano seguinte, porém este último valor ainda está acima da média em relação à outras categorias (DONOFRIO *et al*, 2021).

Na América do Norte a proveniência dos créditos é mais diversificada em relação a outras regiões. Enquanto que em 2020 50% dos créditos foi emitida a partir de Florestal e Uso da Terra, no ano de 2021 as categorias de Agricultura e Resíduos de Descarte também ganharam espaço, correspondendo ao volume de 3,4 MtCO₂e e 1,5 MtCO₂e respectivamente. Mas Atividades Florestais e Uso da Terra continuam relevantes, representando 3,1 MtCO₂e do volume de 2021 (DONOFRIO *et al*, 2021).

Na América Latina, a categoria dominante dos créditos é Atividades Florestais e Uso da Terra, representando 85% do volume total de créditos em 2020, sendo o preço dessa categoria em torno de US\$4,46 por tonelada. Em 2021, o volume continua similar ao do ano anterior e o preço girando em torno de US\$ 4,30. Brasil e Peru são os grandes emissores dos créditos, tendo o primeiro emitido 4,6 MtCO₂e em 2020 e 3,1 MtCO₂e em 2021 e o segundo 7,7 MtCO₂e e 23,5 MtCO₂e nos mesmos anos (DONOFRIO *et al*, 2021).

⁵ MtCo₂e= metric tonne of carbon dioxide equivalent: tonelada métrica equivalente de dióxido de carbono (tradução nossa).

A participação da África também tem se tornado relevante em termos de preços, de US\$4,24 por tonelada em 2020 para US\$5,52 no ano subsequente. O volume de 23,9 MtCO₂e em 2021 é o recorde Africano registrado até agosto de 2021 (DONOFRIO *et al*, 2021).

O volume dos créditos Europeus são poucos significativos, devido a não aceitação de créditos provenientes de compensações/reduções. Na Oceania, o volume também é baixo, mas com preços significativos devido dinâmica do mercado local (DONOFRIO *et al*, 2021).

4.5 COMPRADORES

Os motivos que levam as empresas a comprar créditos de carbono são variados: metas de *net zero* (carbono zero ou neutro), desenvolvimento de políticas de ESG, ODS e outros objetivos amplamente debatidos em conferências internacionais. De acordo com Hermwille e Kreibich (2021, p. 950):

Nossa análise mostra que há um interesse crescente entre o setor privado em se tornar neutro em carbono: em abril de 2021, 482 empresas que respondem por uma receita anual estimada de US\$ 16 trilhões adotaram algum tipo de meta de neutralidade. Muitas empresas incluíram a compensação como um componente-chave de sua estratégia de mitigação das mudanças climáticas.

A seguir os setores de compradores mais significativos:

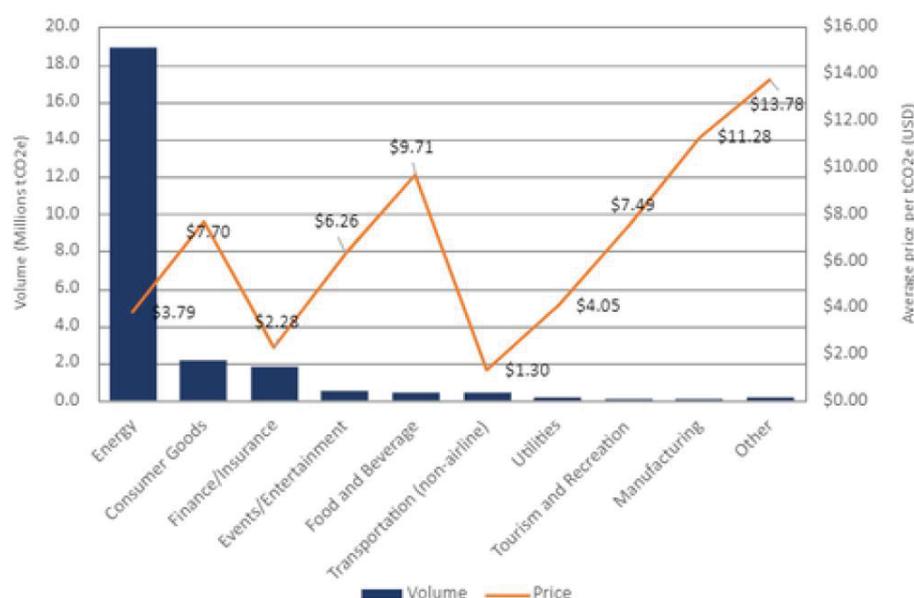
FIGURA 4 – VOLUMES E PREÇOS POR SETOR DE COMPRADOR, 2020



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 21)

NOTA: Millions tCO₂e (tons of carbon dioxide equivalent): Milhões tCO₂e (toneladas de carbono equivalente; Average price per tCO₂e: Preço Médio por tCO₂e; Consumer Goods: Bens de Consumo; Energy: Energia; Finance/Insurance: Finanças/Seguro; Utilities: Serviços Públicos; Food and Beverage: Alimentício e Bebida; Airline: Aviação; Communications: Comunicação; Transportatin (non-airline): Transporte (não aéreo); Tourism and Recreation: Turismo e Recreação; Other: Outros; Price: Preço (tradução nossa).

FIGURA 5 – VOLUMES E PREÇOS POR SETOR DE COMPRADOR, 2021 ATÉ AGOSTO



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 21)

NOTA: Millions tCO₂e (tons of carbon dioxide equivalent): Milhões tCO₂e (toneladas de carbono equivalente; Average price per tCO₂e: Preço Médio por tCO₂e; Energy: Energia; Consumer Goods: Bens de Consumo; Finance/Insurance: Finanças/Seguro; Events/Entertainment: Eventos/Entretenimento; Food and Beverage: Alimentício e Bebida; Transportatin (non-airline): Transporte (não aéreo); Utilities: Serviços Públicos; Tourism and Recreation: Turismo e Recreação; Manufacturing: Manufatura; Other: Outros; Price: Preço (tradução nossa).

Os setores de Bens de Consumo, Energia e Finanças/Seguros são os mais significativos nos dois anos estudados, sendo que Energia tomou a dianteira no último ano. O setor de Eventos/Entretenimento ganhou espaço em 2021.

No setor de Energia há a predominância de empresas de óleo e gás como compradores. Já o setor de Finanças/Seguros é representado em grande parte por bancos que estabeleceram metas climáticas de carbono zero em suas operações e instituições financeiras que atuam como intermediadoras para corporações (DONOFRIO *et al*, 2021).

Em termos de preços, até agosto de 2021 os valores pagos por crédito de maneira geral caíram em comparação a 2020, somente aumentando para o setor de Bens de Consumo.

O setor de Transporte (não aéreo), foi o que teve a maior queda, de US\$ 12,48 em 2019 para US\$1.30 em 2020.

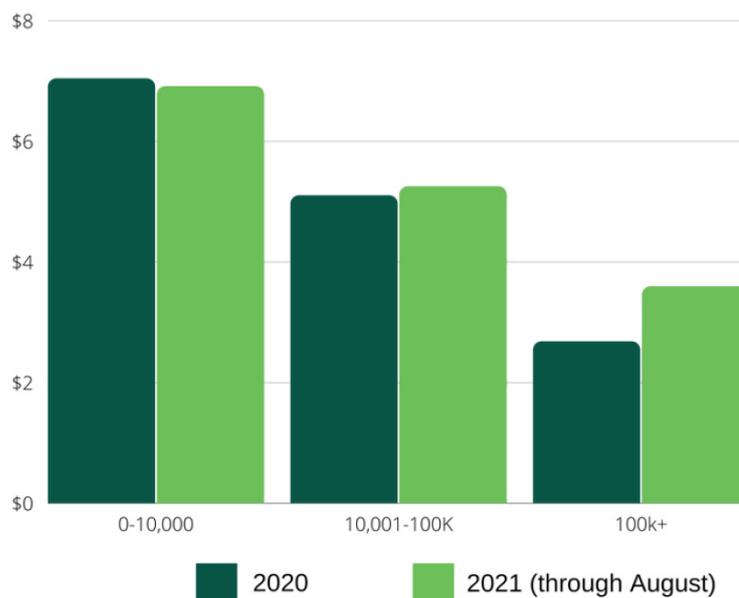
Outro destaque é para o setor de Turismo e recreação, que apesar de baixo em volume, o preço foi o mais alto em 2020, mantendo-se acima também de outros preços em 2021.

4.6 CUSTOS E PRECIFICAÇÃO

Os custos de elaboração de um projeto estão divididos entre ciclo do projeto e entrega. O primeiro inclui aparato tecnológico, custos administrativos e de operação técnica, etc. No segundo são custos envolvendo riscos de não entrega do projeto, legalidade, controle de qualidade, etc (DONOFRIO *et al*, 2021). Estes custos terão impacto direto na precificação final dos créditos.

Como já exemplificado em casos acima, o volume de créditos disponíveis também impacta no preço, sendo que um maior volume faz os preços caírem como mostra a relação do padrão VCM:

FIGURA 6 – PREÇOS MÉDIOS DE CRÉDITO DE VCM POR TAMANHO DE TRANSAÇÃO, 2020 E 2021 (ATÉ AGOSTO)



FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 23)

NOTA: 2021 (through August): 2021 (até agosto); (tradução nossa).

O volume pequeno está entre 0-10,000 toneladas, volume médio entre 10,001-100k toneladas e o volume grande está acima de 100k tons. Para volumes

pequenos, o preço da unidade de crédito de carbono gira em torno de US\$7, caindo para em torno de US\$5 em volumes médios e por fim, para grandes volumes em 2020 o valor por tonelada foi de \$2.68, e \$3.59 em 2021 (DONOFRIO *et al*, 2021).

Os créditos de carbono são comercializados por contratos específicos chamados de *Emission Reduction Purchase Agreement*, ERPA. Podendo os contratos serem (PROLO *et al*, 2022, p. 24):

(i) contratos spot, nos quais os créditos são emitidos pelo vendedor previamente e estão disponíveis para entrega ao comprador; (ii) contratos de entrega futura, geralmente atrelados a projetos em desenvolvimento, em que os créditos de carbono ainda não foram emitidos pelo vendedor; e (iii) contratos de opção, nos quais o vendedor ou o comprador têm a opção de comercializar os créditos de carbono futuramente mediante determinado valor, não sendo constituída uma obrigação contratual, mas apenas um “direito” à aquisição.

Como indica a figura a seguir, as compras no mercado a vista (*spot*) predominam no mercado. De acordo com o relatório do Banco Mundial, “uma razão para isso pode ser que os dados de mercado atualmente disponíveis não capturam tipos específicos de negócios que envolvem compras futuras” (PRYOR *et al*, 2022, p. 46). Uma prática recente tem sido *joint ventures* entre grandes corporações e desenvolvedores de projetos, com o objetivo de desenvolver projetos florestais, tendo grandes perspectivas de volumes e valores futuros (PRYOR *et al*, 2022).

FIGURA 7 – VOLUME E PREÇO DE TRANSAÇÕES SPOT E DE ENTREGA FUTURA (FORWARD) EM 2020 E 2021 (ATÉ AGOSTO)

	2021 (até agosto)	
	Volume (MtCO ₂ e)	Preço (USD)
Spot	114.6M	\$4.08
Entrega futura	19.5M	\$3.57

FONTE: Donofrio *et al* (2021, p. 24)

NOTA: Price per ton: Preço por tonelada; Foward: entrega futura (tradução nossa).

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Ao analisar os dados expostos neste estudo, se nota o crescimento contínuo em volume do mercado voluntário de carbono. A tendência é que continue em progressão devido à grande demanda de diversos setores, seja por empresas motivadas a terem uma política mais sustentável e façam partes de movimentos como o *Net Zero*, ou por pressões de acordos internacionais e subsequente regulações nacionais e tendências de consumo sustentável. Os créditos de carbono de Atividades Florestais e de Uso da Terra tomaram a dianteira no último ano, tendo em conta os seus co-benefícios de biodiversidade e de desenvolvimento de comunidades.

O monitoramento e verificações de terceira parte feitas pelos órgãos certificadores são importantes a fim de se evitar dupla contagem dos créditos e os conceitos de adicionalidade, durabilidade e credibilidade garantem a qualidade dos mesmos. Esses componentes possibilitam a real e efetiva redução e compensação de CO₂ na atmosfera, dando mais credibilidade ao mercado como um todo.

O Acordo de Paris, no seu artigo 6, já previa o estabelecimento de um mercado de crédito de carbono, mas o avanço para incluir o mercado voluntário se deu na COP 26. Esta possibilita a venda dos créditos mesmo em países que não possuem um mercado regulado, como é o caso do Brasil. Mas considerando que o mercado voluntário e regulado possuem diferentes premissas, ainda seguem em aberto questões de como se daria essa contabilização, quais metodologias seriam utilizadas oficialmente, entre outros pontos a serem discutidos em próximas COPs.

De acordo com estudo do *Ecosystem Market Place* (DONOFRIO *et al*, 2022), o mercado voluntário precisa crescer 15x até 2050 a partir dos níveis de 2020 para neutralizar as emissões de CO₂, a fim de contribuir para atender a meta do Acordo de Paris. Portanto, o mercado voluntário pode ser uma das alternativas viáveis de descarbonização mundial.

Por fim, ainda se debate muito o papel do crédito de carbono. Afinal, as empresas o compram como meio de continuar poluindo ou porque os preços de renovar suas operações para meios mais limpos ainda é muito custoso e demorado? Segundo o relatório do Banco Mundial (PRYOR *et al*, 2022), as empresas devem priorizar neutralizar suas emissões na fonte, para depois compensar o residual de

carbono com a compra de crédito. Essa confiança excessiva no crédito de carbono e grande diversidade de certificações e regras pode levar a confusões sobre o que constitui neutralidade de carbono e também pode ser ilusória para os consumidores, “como o caso da Deutsche Post DHL, que oferece entregas neutras em carbono, mas menos de 1% do faturamento da empresa as emissões foram compensadas em 2020” (DONOFRIO *et al*, 2021, p. 21).

Logo, promover maior conhecimento sobre os critérios de certificação de um crédito de carbono é essencial, assim como melhorar o monitoramento e verificação de terceira parte. O mercado é recente e novas questões em torno da adicionalidade tem surgido, assim como o primor pela transparência dos dados. É urgente a formação de profissionais que entendam das metodologias e das mutações desse mercado, assim como regulações e negociações internacionais que possam estabelecer critérios para um mercado global de carbono.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, MÁRIO CÉSAR de; ÂNGELO, HUMBERTO. O Mercado Voluntário De Carbono Florestal: Revisão Integrativa. **Revista Prospectus**, FATEC de Itapira “Ogari de Castro Pacheco”, v. 2, n. 2, p. 129-181, ago. fev. 2020.

ANDRADE, MARCOS; FEIDEN, ARMIN. **Custos socioambientais**: A quantificação financeira dos créditos de carbono na agricultura e a sustentabilidade na relação da agroenergia produzida com a matriz energética utilizada. *In*: XXIV Congresso Brasileiro de Custos – Florianópolis, SC, 2017.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de lei nº 528/2021. Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), determinado pela Política Nacional de Mudança do Clima – Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Autor: Marcelo Ramos. **Câmara dos Deputados**, Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node0vh0qm4ewr66w1covq78ge8r4s4547775.node0?codteor=1965628&filename=PL+528/2021. Acesso em: 16/08/2022.

BRASIL. Decreto nº 11.075 de 19 de maio de 2022. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022. **Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos**, Brasília, DF, 19 de maio de 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11075.htm. Acesso em: 16/08/2022.

BRASIL. Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos**, Brasília, DF, 29 de dezembro de 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 16/08/2022.

DONOFRIO, STEPHEN (dir) *et al.* **Markets in Motion**, State of Voluntary Carbon Markets 2021, Installment 1. Forest Trends' Ecosystem Marketplace. Washington DC: Forest Trends Association, 2021.

KOLLMUSS, ANJA; ZINK, HELGE; POLYCARP, CLIFFORD. **Making Sense of the Voluntary Carbon Market**: A Comparison of Carbon Offset Standards. Stockholm Environment Institute and Tricorona. WWF Germany, 2008.

KOLLMUSS, A.; LAZARUS, M.; LEE, C.; LEFRANC, M.; POLYCARP, C. **Handbook of Carbon Offset Programs**: trading systems, funds protocols and standards. 1st Edition. Routledge, 2010.

KREIBICH, NICOLAS; HERMWILLE, LUKAS. Caught in between: credibility and feasibility of the voluntary carbon market post-2020. **Climate Policy**, v. 21, n.7, p. 939-957, jul. 2021.

MACCREADIE, P. I. *et al.* **Blue carbon as a natural climate solution.** *Nat Rev Earth Environ* 2, 826–839 (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00224-1>. Acesso em: 29/09/2022.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES – MCTIC. **Acordo de Paris.** 2015.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM O APOIO DO MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Protocolo de Quito.** 1998.

PROLO, CAROLINE DIHL (coord.) *et al.* **Q&A Básico sobre Mercados Voluntários de Carbono no Brasil.** Laboratório de Inovação Financeira. Rio de Janeiro, 2022.

PROLO, CAROLINE DIHL. **Por que o mundo precisa de um mercado de carbono.** 2021. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/por-que-o-mundo-precisa-de-um-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 26/09/2022.

PRYOR, JOSEPH *et al.* **State and Trends of Carbon Pricing.** World Bank. Washington, DC, 2022.

SILVA, CARLOS FILIPE ARAÚJO da. **O Mercado Voluntário de Carbono.** 79 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Economia e Gestão. Porto, 2012.

SOUZA, ANDRE LUIS *et al.* O Mercado Internacional de Créditos de Carbono: Estudo Comparativo entre as Vertentes Regulada e Voluntária no Brasil no Período de 2004 a 2011. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 7, n. 4, 2012, p. 526-544, jan. 2012.

STEIN, THEO. **Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels.** 2022. Disponível em: <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>. Acesso em: 26/09/2022.

THE EM INSIGHTS TEAM. **Voluntary Carbon Markets Top \$1 Billion in 2021 with Newly Reported Trades, a Special Ecosystem Marketplace COP26 Bulletin.** 2021. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/articles/voluntary-carbon-markets-top-1-billion-in-2021-with-newly-reported-trades-special-ecosystem-marketplace-cop26-bulletin/>. Acesso em: 27/06/2022.

VIRI, NATALIA. **Guia Reset de Créditos de Carbono.** Future Carbon Group, 2022.