

PEDRO EDUARDO VAN BLARCUM DE GRAAFF MELLO

ELABORAÇÃO DA TESE DE INVESTIMENTOS EM CLEANTECH DE UM FUNDO DE
VENTURE CAPITAL

São Paulo

2021

PEDRO EDUARDO VAN BLARCUM DE GRAAFF MELLO

ELABORAÇÃO DA TESE DE INVESTIMENTOS EM CLEANTECH DE UM FUNDO DE
VENTURE CAPITAL

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Mello, Pedro Eduardo van Blarcum de Graaff

Elaboração da Tese de Investimentos em Cleantech de um Fundo de Venture Capital / P. E. V. B. G. Mello -- São Paulo, 2021.
141 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Empreendedorismo 2.Sustentabilidade 3.Investimentos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

*Aos meus pais, Sandra e Eduardo, por serem
meus maiores professores*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha irmã, cujo carinho e valores servem de alicerce para mim. Sem as ferramentas que me deram não seria possível estar aqui.

Aos meus amigos da Poli para a vida, Artur, Lucas, João, Ricardo, Rodrigo e Nathan, sem os quais o prazer dos anos de faculdade não seria o mesmo.

Ao Professor Dr. Artur Vilas Boas e ao Professor Dr. Guilherme Ary Plonski, por acenderem em mim a paixão pelo empreendedorismo, por me ajudarem em decisões profissionais, e por auxiliarem na construção deste Trabalho.

Ao contribuidor de ICMS do estado de São Paulo, por financiar meus estudos.

*“Every problem is an opportunity. The bigger the
problem, the bigger the opportunity”*

(KHOSLA, Vinod, 2002)

RESUMO

Em seu cerne, o empreendedorismo é uma atividade que objetiva buscar dores de um grupo de pessoas e solucioná-las por meio de um modelo de negócios escalável. Por muitas décadas, alguns empreendedores se propuseram a resolver um dos maiores problemas que afetam a sociedade: o aquecimento global. Nesse contexto surgem as *cleantechs*, startups que, de alguma forma, visam solucionar esse problema. Entre 2006 e 2011, diversos fundos de *Venture Capital* apostaram seu dinheiro em empresas de impacto ambiental, convencidos da tese de que esses negócios gerariam grandes retornos a seus acionistas. Essa hipótese, porém, não se concretizou, e os investidores acabaram perdendo grande parte do capital aportado na época. Mesmo assim, nos últimos anos iniciou-se uma nova corrida por investimentos em *cleantechs*. Esse trabalho propõe-se a responder a um fundo de *Venture Capital* brasileiro a seguinte pergunta: Devemos buscar ativamente por investimentos em *cleantech*, mesmo depois do fracasso observado na década passada? Se sim, quais são as grandes oportunidades no setor? Para responder a essas perguntas, são avaliados os principais motivos do insucesso dos investimentos passados. Das quatro principais causas do fracasso, três foram atenuadas ou eliminadas, e uma pode ser evitada, concluindo-se que sim, há em 2021 um cenário promissor para investir em *cleantechs*. Em seguida, com base na metodologia do *Idea Maze*, são criados três mapas setoriais completos, que servem como ferramenta de tomada de decisão para fundos de *Venture Capital* e empreendedores interessados em *cleantechs*. Por último, de 34 modelos de negócio analisados, 11 são apontados como os mais promissores, com base nos *Idea Mazes* gerados.

Palavras-chave: Venture Capital. Empreendedorismo. Startups. Cleantech. Sustentabilidade. Climate Tech. Impacto Ambiental. Idea Maze. Análise Setorial. Investimentos de Impacto. Tese de Investimentos.

ABSTRACT

At its core, entrepreneurship is an activity that aims to seek pain-points from a group of people and solve them through a scalable business model. For many decades, some entrepreneurs set out to solve one of society's biggest problems: global warming. In this context, cleantechs arise, startups that, in some way, aim to solve this problem. Between 2006 and 2011, several Venture Capital firms bet their money on environmental impact companies, convinced of the thesis that these businesses would generate significant returns for their shareholders. This hypothesis, however, did not materialize, and investors ended up losing a large part of the capital contributed at the time. Even so, in recent years, a new race for investments in cleantechs has started. This work proposes to answer a Brazilian Venture Capital fund the following question: Should we actively seek investments in cleantech, even after the failure observed in the past decade? If so, what are the big opportunities in the industry? To answer these questions, this study evaluates the main reasons for the failure of past investments. Of the four leading causes of failure, three were mitigated or eliminated, and one can be avoided, concluding that yes, in 2021, there is a promising scenario to invest in cleantechs. Then, based on the Idea Maze methodology, three complete sectorial maps are created, which serve as a decision-making tool for Venture Capital funds and entrepreneurs interested in cleantechs. Finally, of the 34 business models analyzed, 11 are identified as the most promising, based on the generated Idea Mazes.

Keywords: Venture Capital. Entrepreneurship. Startups. Cleantech. Sustainability. Climate Tech. Environmental Impact. Idea Maze. Sector analysis. Impact Investing. Investment Thesis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Investimentos totais de VC na América Latina	25
Figura 2 - Divisão de verticais de investimento na <i>Brasil Ventures</i>	27
Figura 3 - Evolução dos investimentos em cleantechs	29
Figura 4 - Porcentagem de investimentos de VC que são realizados em cleantechs	30
Figura 5 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	32
Figura 6 - Escolha do Tema	34
Figura 7 - Funcionamento da indústria de Venture Capital	39
Figura 8 - Etapas de um Investimento de VC	40
Figura 9 - Funil de seleção de startups em um VC	41
Figura 10 - Categorias de cleantech	45
Figura 11 - Exemplo I de um <i>Idea Maze</i>	50
Figura 12 - Exemplo II de um <i>Idea Maze</i>	51
Figura 13 - Perfil de risco das <i>deep techs</i>	56
Figura 14 - Vantagem comparativa dos investimentos em software	56
Figura 15 - Porcentagem de "saídas" em diferentes setores	57
Figura 16 - Eventos de "saídas" de cleantechs	59
Figura 17 - Porcentagem das emissões globais cobertas por programas de precificação de carbono	62
Figura 18 - Investimento em <i>Cleantechs</i> e o Preço do Barril de Petróleo	63
Figura 19 - Classificação de <i>cleantechs</i>	67
Figura 20 - Escopos de emissão de GHG	70
Figura 21 - Emissões de GHG por setor	72
Figura 22 - <i>Cleantechs</i> unicórnio por setor	78
Figura 23 - Delimitações do setor de energia	84
Figura 24 - Divisão das emissões de escopo 2	85
Figura 25 - Emissões e unicórnios no setor de energia	85
Figura 26 - Investimentos de Venture Capital em startups de energia	87
Figura 27 - <i>Idea Maze</i> do setor de energia	88
Figura 28 - Distribuição do consumo de energia em residências e comércios	93
Figura 29 - Distribuição por modelo de negócio dos unicórnios <i>cleantech</i> de energia	95

Figura 30 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios <i>cleantech</i> de energia	96
Figura 31 - Tipos de solução de impacto direto em transportes	98
Figura 32 - Fontes emissoras em transportes	99
Figura 33 - Emissões e unicórnios no setor de energia	100
Figura 34 - Investimentos de VC em Transportes	100
Figura 35 - <i>Idea Maze</i> do setor de transportes	102
Figura 36 - Densidade elétrica de combustíveis e baterias	107
Figura 37 - Distribuição por modelo de negócio dos unicórnios <i>cleantech</i> de transportes	111
Figura 38 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios <i>cleantech</i> de transportes	112
Figura 39 - Volume do Mercado de Carbono Regulado	113
Figura 40 - Investimentos de VC em Créditos e Captura de Carbono	114
Figura 41 - <i>Idea Maze</i> do setor de créditos e captura de carbono	115
Figura 42 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios <i>cleantech</i>	122
Figura 43 - Comparação entre investimentos de Série A em <i>cleantechs</i> e unicórnios <i>cleantech</i> quanto ao tipo de solução	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conclusões do Capítulo 4	64
Tabela 2 - Critérios de classificação de impacto para emissão de GHG	73
Tabela 3 - Notas de impacto para emissão de GHG de cada setor	74
Tabela 4 - Fontes de dados de <i>cleantechs</i> unicórnio	76
Tabela 5 - Lista de <i>cleantechs</i> unicórnio	77
Tabela 6 - Critérios de classificação de número de unicórnios	79
Tabela 7 - Notas para o número de unicórnios de cada setor	80
Tabela 8 - Matriz de priorização de setores	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFOLU	<i>Agriculture, Forestry, and other Land Use</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
API	<i>Application Programming Interface</i>
BCG	<i>Boston Consulting Group</i>
CCC	Crédito e Captura de Carbono
COP26	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2021
CO ₂	Dióxido de Carbono
EJ	Exajoule
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
ETS	Emissions Trading Scheme
EU ETS	European Union Emissions Trading Scheme
EV	<i>Electric Vehicles</i>
GHG	Green House Gases
GWP ₁₀₀	<i>100-year Global Warming Potential</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPO	Initial Public Offering
MECE	<i>Mutually Exclusive Completely Exhaustive</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<i>Mkt. cap.</i>	<i>Market Capitalization</i>
M&A	<i>Mergers and Acquisitions</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
Poli	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VC	Venture Capital
VTNT	Veículo Terrestre Não Tripulado
VW	Volkswagen

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTO	25
1.2 MOTIVAÇÃO	27
1.2.1 <i>Background do Autor</i>	28
1.2.2 <i>Novas Tendências de Investimento em VC</i>	29
1.2.3 <i>Por que Focar em Emissões de Gases de Efeito Estufa</i>	31
1.3 OBJETIVOS	34
1.4 ESTRUTURA	35
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
2.1 VENTURE CAPITAL	37
2.1.1 <i>Definição</i>	37
2.1.2 <i>Atividades de um VC</i>	39
2.1.2.1 Originação de Negócios	40
2.1.2.2 Seleção de Investimentos	41
2.1.2.3 Estruturação do investimento e valuation	42
2.1.2.4 Adição de valor pós-investimento	43
2.1.2.5 Relacionamento com investidores	43
2.2 CLEANTECHS	43
2.2.1 <i>Definição</i>	44
2.2.2 <i>Histórico</i>	45
2.3 PRECIFICAÇÃO DE CARBONO	47
2.3.1 <i>Emission Trading System (ETS)</i>	47
2.3.2 <i>Carbon tax</i>	49
2.4 IDEA MAZE	49
3 ANÁLISE DA ATRATIVIDADE DE INVESTIMENTOS EM CLEANTECH	53
3.1 DEPENDÊNCIA EM <i>DEEP TECH</i> E HARDWARE	54
3.2 BAIXA LIQUIDEZ	57
3.3 VELOCIDADE DA EVOLUÇÃO DE POLÍTICAS AMBIENTAIS	59
3.4 QUEDA NO PREÇO DO BARRIL DE PETRÓLEO	62
3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	64
4 PRIORIZAÇÃO DOS SEGMENTOS A SEREM AVALIADOS	67
4.1 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR SETOR	69
4.2 NÚMERO DE <i>CLEANTECHS</i> UNICÓRNIO NO SETOR	74

4.3 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO	80
5 AVALIAÇÃO DOS SEGMENTOS	83
5.1 ENERGIA	83
5.1.1 Definição	83
5.1.2 Idea Maze	87
5.1.3 Principais Modelos de Negócio	89
5.1.3.1 Financiamento/Aluguel	89
5.1.3.2 Armazenamento	90
5.1.3.3 Provedores de Energia Digitais	90
5.1.3.4 Energia de Fusão Nuclear	91
5.1.3.5 Desenvolvedor de projetos de energia renovável	92
5.1.3.6 Software de eficiência energética	93
5.1.4 Revisão	94
5.2 TRANSPORTES	97
5.2.1 Definições	97
5.2.2 Idea Maze	101
5.2.3 Principais Modelos de Negócio	103
5.2.3.1 Micro mobilidade urbana	103
5.2.3.2 Drones (VANT) e Robôs (VTNT)	104
5.2.3.3 Infraestrutura para veículos elétricos	104
5.2.3.4 Montadoras de Veículos Elétricos	105
5.2.3.5 Combustíveis Alternativos	106
5.2.3.6 Veículos eficientes	108
5.2.3.7 Aumento de Ocupação	109
5.2.3.8 Diminuições de Viagens	109
5.2.4 Revisão	110
5.3 CRÉDITOS E CAPTURA DE CARBONO	112
5.3.1 Definições	112
5.3.2 Idea Maze	114
5.3.3 Principais Modelos de Negócio	116
5.3.3.1 Captura de Carbono por Processos Naturais	116
5.3.3.2 Captura de Carbono por Processos Industriais	117
5.3.3.3 Marketplaces e Mensuração de Emissões	118
5.3.4 Revisão	119
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	121
6.1 MAPEAMENTO DE OPORTUNIDADES	121
6.2 CLASSIFICAÇÃO DOS UNICÓRNIOS	122
7 CONCLUSÕES	125

REFERÊNCIAS

127

GLOSSÁRIO

141

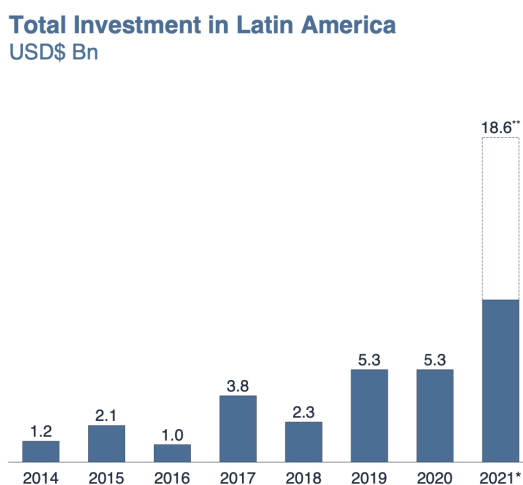
1 INTRODUÇÃO

A introdução deste trabalho visa responder três perguntas ao leitor: o quê, por quê e onde. Isso será apresentado através de uma estrutura simples de três tópicos, um para cada pergunta. Inicialmente será tratado o contexto e a empresa em que o projeto foi desenvolvido (onde), em seguida os motivos que culminaram na escolha do tema (por quê), e por último o que se almeja alcançar como resultado deste trabalho (o quê).

1.1 Contexto

A empresa na qual o autor trabalha é uma gestora de *Venture Capital*. De forma simplificada, podemos descrever esse tipo de negócio como uma organização que levanta fundos de capital privado e investe esses recursos em empresas de estágio inicial – as *startups*. É esperado que as companhias investidas tenham um crescimento exponencial, e, por consequência, tragam bons retornos financeiros aos investidores (PICKEN, 2017) (GOMPERS et al., 2020). Esse assunto será tratado com mais profundidade no tópico 2.1. Por enquanto, vale ressaltar que essa classe de ativos está mais aquecida do que nunca na América Latina, registrando um crescimento histórico de mais de três vezes de 2020 para 2021 (ATLANTICO, 2021).

Figura 1 - Investimentos totais de VC na América Latina



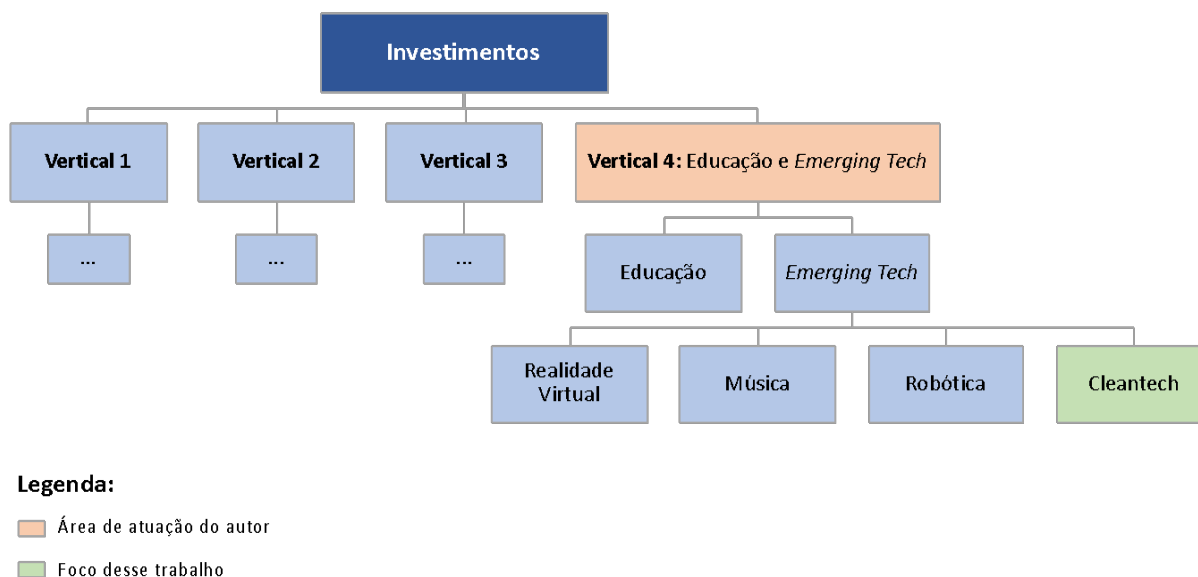
Fonte: Atlantico (2021)

Por motivos de confidencialidade, trataremos a empresa onde o autor estagia pelo nome fictício de “*Brasil Ventures*”, e todos os valores numéricos apresentados serão alterados por um múltiplo arbitrário de forma a proteger as informações reais.

A *Brasil Ventures* é um dos fundos de VC (*Venture Capital*) mais tradicionais e respeitados na região, tendo participado da criação e desenvolvimento de diversos unicórnios latino-americanos – empresas avaliadas em mais de 1 bilhão de dólares. Uma história com dezenas de investimentos em *startups* trouxe à *Brasil Ventures* muitos ensinamentos que possibilitam uma tomada de decisão cada vez mais precisa, o que ajuda a consolidá-la como um dos principais VCs do país. Esse conhecimento pôde ser alavancado pelo autor através de conversas com os gestores, que gentilmente auxiliaram com seu conhecimento na construção desse Trabalho de Formatura.

Atualmente o time de investimentos da empresa está dividido em quatro verticais. Uma delas, na qual o autor atua, cobre dois principais temas: Tecnologias Emergentes e Educação. Dentro das chamadas *Emerging Techs* – termo em inglês para Tecnologias Emergentes – são avaliados diversos setores e soluções pouco usuais, que atualmente ainda possuem pouco volume de investimentos na América Latina, ou então, que estão inseridos num contexto de muito risco tecnológico. São exemplos: realidade virtual, robótica, mercado de música, mercado espacial e *cleantechs*. Este último setor – *cleantechs* – será melhor explicado no tópico 2.2, mas, basicamente, refere-se a empresas que endereçam problemas ambientais, e será o foco deste trabalho. Fica, assim, descrito explicitamente como se dá o envolvimento do autor com o tema de *cleantechs*. A seguir, um esquema para ilustrar essa divisão:

Figura 2 - Divisão de verticais de investimento na Brasil Ventures



Fonte: Elaborado pelo Autor

A equipe que cobre a vertical 4 descrita acima é composta de três pessoas: um sócio, uma *associate* e um estagiário – no caso, o autor. A firma segue o padrão de *Venture Capital* de uma operação enxuta (GOMPERS et al., 2020)

Dentro de cada vertical de investimentos, podemos elencar quatro grandes responsabilidades dos times:

- Prospecção de empresas
- Seleção de empresas
- Auxílio a empresas do portfólio
- Elaboração das teses de investimento

Por hora, ainda não vamos entrar nos detalhes dessas atividades – o que será feito no tópico 2.1. Contudo, vale ressaltar que este Trabalho de Formatura entra no contexto da quarta responsabilidade indicada na lista anterior. Trata-se, portanto, da elaboração da tese de investimentos em *cleantechs* da *Brasil Ventures*.

1.2 Motivação

Existem diversos motivos para a escolha do tema "Estruturação da tese de investimentos de um Venture Capital em *startups cleantech*". Durante este capítulo, iremos discutir dois dos principais deles, um relacionado ao autor, e outro relacionado à *Brasil Ventures*.

O primeiro refere-se à história do autor, e de como ele se envolveu repetidamente com o tema de impacto ambiental e empreendedorismo, desenvolvendo conhecimento e interesse pela área. Será tratado no tópico 1.2.1.

O segundo refere-se à necessidade da *Brasil Ventures* de responder à seguinte questão: Devemos começar a investir em *cleantechs* (*startups* de impacto ambiental) na América Latina? Se sim, quais são opções interessantes de investimento? Esse questionamento dos gestores vem em um momento em que fundos de Venture Capital estão direcionando quantidades recorde de capital a *cleantechs*, como será discutido no tópico 1.2.2.

Cabe a esse capítulo detalhar esses motivadores e explicar por que serão tratadas mais especificamente *startups* relacionadas à emissão de gases de efeito estufa e não *cleantechs* como um todo.

1.2.1 Background do Autor

O primeiro estágio remunerado do Autor foi em um *Venture Capital* de impacto social e ambiental. Ou seja, trata-se de uma gestora de capital semelhante à *Brasil Ventures*, com a diferença de focar somente em investimentos com algum viés de impacto socioambiental. Durante essa experiência, foi possível aprender diversos temas, desde como avaliar problemas ambientais como oportunidade de investimento até como mensurar impacto ambiental em *startups*.

Em seguida, durante o programa de Aproveitamento de Estudos oferecido pela Escola Politécnica em parceria com o Politecnico di Milano, os conhecimentos no mundo de *impact investing* do autor puderam ser aprofundados por meio dos cursos oferecidos no departamento de *Sustainable Operations Management and Social Innovation* do Politecnico di Milano.

De volta ao Brasil, o autor voltou a trabalhar com sustentabilidade, dessa vez em uma empresa de consultoria, a Visagio. Lá, participou da criação do grupo de ESG (*Environmental, Social and Governance*), que cuidaria dos projetos de consultoria relacionados à sustentabilidade. Nesse contexto, colaborou na estruturação da estratégia de Responsabilidade Corporativa da própria Visagio, e na criação das ferramentas e *frameworks* de ESG que seriam implementadas em seus clientes.

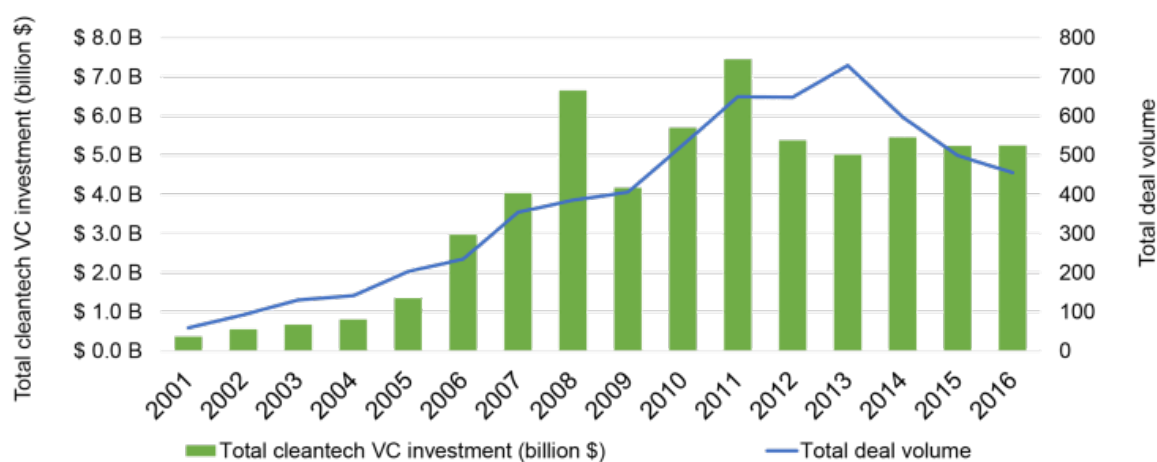
Todas essas experiências foram alimentadas por um grande interesse e preocupação com o tema da sustentabilidade, e, naturalmente, no novo estágio na *Brasil Ventures* a ambição de se envolver com projetos de impacto ambiental se manteve, influenciando fortemente a escolha do tema do presente Trabalho.

1.2.2 Novas Tendências de Investimento em VC

Historicamente, o setor de *cleantechs* foi alvo de muitas discussões e polêmicas no mundo do *Venture Capital*. Isso se deve em parte aos acontecimentos ocorridos entre 2006 e 2011, quando houve a primeira corrida por investimentos nesse tipo de *startup*. Foram 25 bilhões de dólares investidos (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016), e as expectativas de retorno eram enormes. Contudo, as grandes firmas do Vale do Silício se viram frustradas quando esses aportes retornaram menos da metade de seus investimentos (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016), gerando prejuízos enormes.

Como consequência, os fundos de VC se tornaram extremamente avessos aos riscos desse setor, e, de 2011 para 2016, a tendência de crescimento foi revertida, com uma queda de 30% nos investimentos.

Figura 3 - Evolução dos investimentos em cleantechs



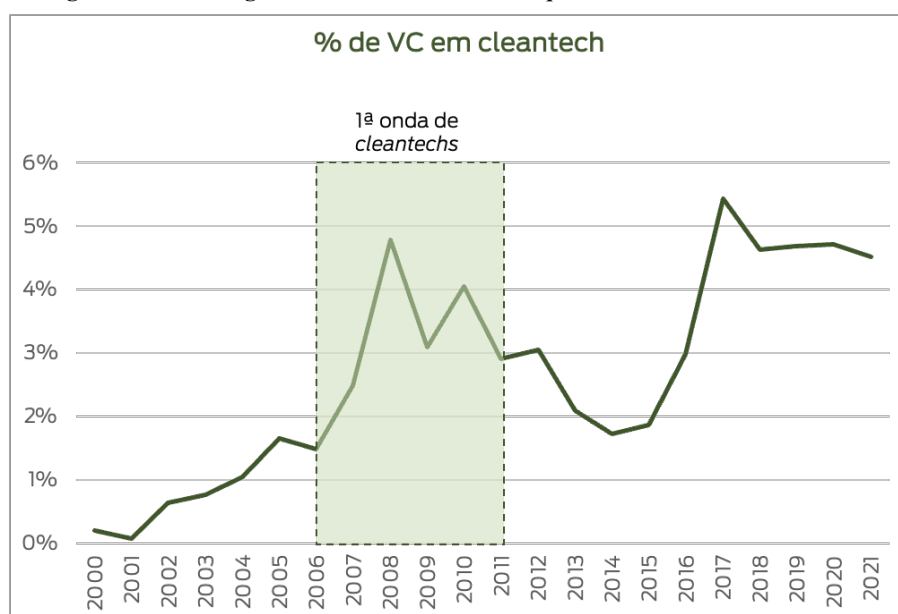
Fonte: Brookings (2017)

Contudo, nos últimos anos, essa tendência de queda sofreu uma nova reviravolta. O ano de 2021, ao que tudo indica, será o novo recorde histórico de investimentos no setor. Enquanto no ano inteiro de 2020 o total dos aportes ficou em 16 bilhões de dólares, apenas na primeira

metade de 2021 já foram registrados 14,2 bilhões de dólares alocados (MATHUR, 2021). Se continuarmos nesse ritmo, haverá um crescimento de 77% em relação ao ano passado.

Analisando a porcentagem do investimento de Venture Capital que é alocado em *cleantechs* (i.e. investimento de VCs em *cleantech* sobre investimento total de VCs), fica clara a tendência de alta. Hoje, a porcentagem de capital alocado em *startups* de impacto ambiental é muito semelhante à porcentagem no pico da onda passada, como podemos ver no gráfico a seguir:

Figura 4 - Porcentagem de investimentos de VC que são realizados em cleantechs



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Tracxn (2021)

Além disso, a cereja do bolo foi um aporte de US\$ 235 milhões em uma *startup* chilena de alto impacto ambiental, que acaba de atingir o valor de mercado de 1,5 bilhão de dólares, tornando-se assim, o primeiro unicórnio da América Latina no setor de *cleantechs* (CNN BRASIL, 2021). A empresa produz alimentos compostos apenas de plantas que substituem o uso de insumos animais, reduzindo a pegada de carbono de produtos como maionese, leite e até hambúrgueres.

Dada essa nova tendência, surge um questionamento latente entre os gestores dos grandes fundos de *Venture Capital*: devemos buscar ativamente por investimentos em *cleantech*, mesmo depois do insucesso observado na década passada?

Este Trabalho busca realizar uma investigação detalhada das principais causas que resultaram no fracasso dos aportes em *cleantechs* entre 2006 e 2011, para entender se em 2021 faz sentido começar a investir nessas empresas novamente. Depois de entender essas causas,

ficam claros alguns aprendizados que servirão como base para construir uma tese de investimentos em *cleantech*.

No mundo de *Venture Capital*, um fenômeno muito criticado é o chamado "FOMO" (*Fear of Missing out*), que sugere que muitos VCs tomam decisões pouco fundamentadas, seguindo cegamente tendências de investimento iniciadas por outros fundos, sem que haja uma convicção própria (LEVY-WEISS, 2019). Para evitar que isso ocorra, é importante, portanto, buscar fundamentos concretos por trás do investimento em *cleantechs*.

Uma vez atingida essa convicção, o autor faz um mapeamento das principais oportunidades de investimento, através da metodologia do *idea maze*. Esse entendimento poderá auxiliar os fundos de VC a fazerem investimentos mais conscientes e embasados nos aprendizados do passado.

1.2.3 Por que Focar em Emissões de Gases de Efeito Estufa

Ao se escolher um tema de trabalho muito amplo, corre-se o risco de produzir um conteúdo com menos profundidade, apesar da grande cobertura. Para evitar isso, o autor optou por focar o presente estudo em um subtema dentro das *cleantechs*. Isso possibilita um olhar mais completo e detalhado, sem, contudo, perder a relevância do trabalho. A seguir será descrito o racional por trás dessa escolha.

No mundo do empreendedorismo, uma concepção difundida é a de que *startups* de sucesso preferencialmente nascem de um problema e não de um produto. Essa ideia é muito defendida por Paul Graham, fundador da maior aceleradora de *startups* do mundo, e tido como referência mundial no assunto.

“The way to get startup ideas is not to try to think of startup ideas. It's to look for problems”
(GRAHAM, 2012)

Graham é um crítico do que ele chama de “*Solution in Search of a Problem*”, e defende que *startups* devem buscar solucionar um problema real para crescer de forma exponencial. Vale mencionar também o conceito de “cabelo pegando fogo”, citado por Greg McAdoo em 2007, de que investidores de capital de risco devem buscar empresas que ajudem a solucionar problemas tão grandes que sejam paralisantes para seus clientes.

Tendo isso em mente, quais são hoje os maiores problemas da humanidade? Muitos unicórnios nasceram de problemas conhecidamente grandes na América Latina como a

bancarização e a mobilidade urbana. Mas quais são os novos desafios que deverão ser “cabelos pegando fogo” nas próximas décadas? Um bom começo para analisar essa questão são os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2021).

Figura 5 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU, 2015

Em 2015, a ONU definiu 17 objetivos que deveriam ser atingidos até 2030 para caminhar em direção à solução dos maiores desafios atuais da sociedade. Nota-se que entre os dezessete objetivos, sete são diretamente relacionados a problemas ambientais.

Além disso, nota-se uma grande mobilização de consumidores, empresas e investidores sobre o tema da sustentabilidade, acelerado pelas previsões de agravamento de questões ambientais nos próximos anos (O'NEILL et al. 2016). Até 2100, estima-se que ocorrerão 83 milhões de mortes prematuras causadas por mudanças climáticas (BRESSLER, 2021), e esse número pode aumentar caso nenhuma ação seja tomada. A conscientização quanto ao tema tem sido muito grande, e já vemos 20% das maiores empresas do mundo definindo metas de eliminação de emissões de gases poluentes (SHETTY, 2021).

Voltando à questão da busca de grandes problemas para encontrar grandes oportunidades, podemos indicar as questões ambientais como um dos maiores desafios do século, e certamente uma dor que ficará mais palpável com o decorrer dos anos. Porém, continua sendo uma questão ampla demais, o que nos leva à necessidade de focar ainda mais o

tema deste trabalho. Para isso, devemos responder: dentre os desafios ambientais, qual poderia ser apontado como o mais urgente?

Alguns dos principais problemas ambientais hoje são:

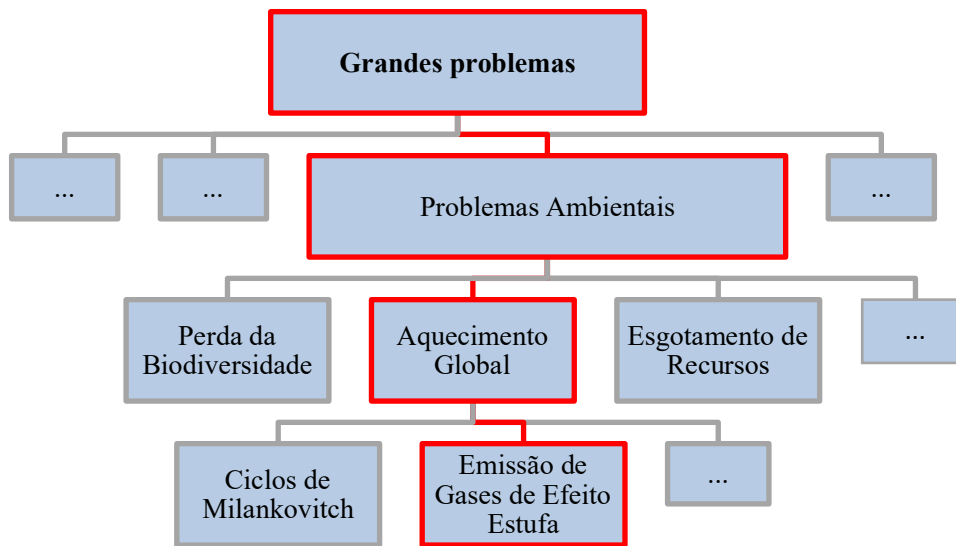
- Poluição da Terra, Oceanos e Ar
- Perda de Biodiversidade
- Degradação da Camada de Ozônio
- Esgotamento de Recursos Naturais
- Degradação da Qualidade dos Solos
- Acidificação dos Oceanos
- Aquecimento Global

Dentre esses, o aquecimento global é um dos temas mais latentes, tornando-se o foco do debate internacional como visto durante a COP 26 (CAETANO, 2021). As consequências do aquecimento em mais de 1,5 °C na temperatura da Terra em relação à era pré-industrial seriam irreversíveis (ALLEN et al., 2019), e já atingimos o índice de 1,3 °C. Esse tema é de tal importância, que possui um ODS próprio (número 13), e mais sete ODSs indiretamente relacionados (Figura 3).

Por último, optou-se por identificar as principais causas do problema escolhido e atacar a maior delas. Felizmente, a partir de 2019 atingiu-se um consenso, e hoje 100% das publicações científicas admitem que a principal causa das alterações climáticas é a emissão de gases de efeito estufa como o CO₂ por humanos (POWELL, 2017).

Portanto, optou-se por escolher como tema deste trabalho a emissão de gases estufa. Como foi explicado anteriormente, grandes problemas são também grandes oportunidades de negócio, e o racional dessa escolha é de que estudando-se um dos maiores problemas da atualidade podemos, potencialmente, encontrar algumas das maiores oportunidades da atualidade. A imagem a seguir mostra de forma visual o caminho lógico feito até a escolha do tema final:

Figura 6 - Escolha do Tema



Fonte: Elaborado pelo Autor

1.3 Objetivos

O presente Trabalho de Formatura tem como objetivo apresentar uma tese de investimentos em *startups* de redução de emissão de gases de efeito estufa. Para isso, serão respondidas três principais perguntas:

- (i) Existem indícios de que em 2021 os investimentos em *cleantechs* podem gerar retornos positivos, diferentemente do que ocorreu em 2011?
- (ii) Quais são as *startups* mais promissoras hoje na América Latina que ajudam a solucionar o problema da emissão de gases estufa?
- (iii) Quais são os modelos de negócio mais promissores hoje que ajudariam a solucionar o problema da emissão de gases estufa, mas ainda não foram devidamente explorados?

Espera-se que esse estudo venha a contribuir não somente para criar uma tese de investimentos promissora à *Brasil Ventures* que culmine em diversos investimentos bem-sucedidos, mas que também sirva como inspiração para a comunidade empreendedora criar negócios na área de *cleantechs*. Em especial aos alunos da Escola Politécnica da USP, esse Trabalho poderá servir como pontapé inicial na hora de escolher um bom mercado para empreender.

1.4 Estrutura

Para que seja possível atingir os objetivos enumerados anteriormente, esse trabalho está estruturado em oito capítulos. O primeiro consiste na introdução, já apresentada.

O Capítulo 2 explora a literatura ao redor dos temas de *Venture Capital*, sustentabilidade e emissões de carbono, além dos conceitos de Engenharia de Produção que serão usados no decorrer do trabalho. Trata-se da Revisão Bibliográfica, o referencial teórico necessário para a compreensão por completo deste estudo.

O Capítulo 3 responde à pergunta (i) dos objetivos (ver item 1.3), que fala sobre as diferenças no contexto de 2021 e 2011. Para isso será utilizado como base um estudo de Gaddy et al. (2016) publicado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) que descreve as causas do fracasso dos investimentos em *cleantechs* em 2011. As causas serão dissecadas e reavaliadas à luz do momento atual.

O Capítulo 4 prioriza os setores da economia com mais potencial para a criação de *startups* que reduzem emissões de carbono através de uma matriz de decisão multicritério.

O Capítulo 5 estuda as *startups* mais promissoras dentro dos setores priorizados, e comenta os *benchmarks* locais e globais. Além disso, estuda os modelos de negócio mais promissores, ainda pouco explorados, mas que têm um grande potencial de expansão.

O Capítulo 6 sintetiza as descobertas dos dois capítulos anteriores, descrevendo ações palpáveis à *Brasil Ventures*. Isso pode significar tanto uma sugestão de investimento em uma empresa específica como um incentivo à ação empreendedora dentro de um determinado espaço do setor (e.g. concreto sustentável).

Por fim, o Capítulo 7 é a conclusão, no qual são apresentadas as considerações finais, o aprendizado obtido e os próximos passos para evolução do tema explorado neste Trabalho de Formatura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos e métodos que serão utilizados ao decorrer do Trabalho. Isso será feito através de uma revisão da literatura ao redor de Venture Capital, Sustentabilidade, Créditos de Carbono e *Idea Maze*, dando ao leitor acesso às ferramentas e ao conhecimento necessário para compreender o presente estudo.

2.1 Venture Capital

2.1.1 Definição

Venture Capitals (VCs) são instituições financeiras que levantam capital de investidores (como fundos de pensão, universidades, grandes bancos e famílias de alto patrimônio líquido) para investi-lo em empresas de estágio inicial com um grande potencial de crescimento. Em outras palavras, os VCs fazem a ponte entre empreendedores - que têm ideias mas não têm dinheiro - e investidores - que têm dinheiro mas não têm ideias (GOMPERS et al., 2020).

Essa classe de ativos é conhecida pelo seu alto risco e alto retorno financeiro. As expectativas dos investidores são de que, em média, Venture Capitals entreguem um retorno entre 25% e 35% ao ano a seus cotistas. (ZIDER, 1998).

Quando uma pequena empresa está começando suas operações, ela possui algumas opções de como se financiar: empréstimos bancários, doações/prêmios, adiantamento de clientes, créditos de fornecedores, financiamento governamental, lucros acumulados, ou então venda de participações da empresa. Em geral, as duas fontes que podem prover grandes somas de capital são os empréstimos bancários e a venda de ações da empresa. Comparando uma com a outra, notam-se algumas diferenças (PAVANI, 2003).

Empréstimos são mecanismos bem conhecidos, em que uma pessoa ou empresa recebe dinheiro de uma instituição financeira e paga essa quantia aos poucos no futuro com um adicional de juros. O não pagamento dessas dívidas pode ter consequências graves para a empresa ou pessoa em questão.

Já a venda de participações da empresa é uma outra abordagem mais utilizada por *startups*, e é o modelo de investimento realizado por Venture Capitals (PAVANI, 2003). Nele, uma nova quantidade de capital é injetada na empresa e convertida em ações da mesma. Por exemplo, digamos que uma empresa fictícia chamada *Startup X*, que vale R\$ 20 milhões, quer levantar R\$ 10 milhões para investir em marketing. Nesse caso, um fundo de VC poderia fazer

esse aporte, de forma que a empresa passaria a valer R\$ 30 milhões (R\$ 20 milhões + R\$ 10 milhões), e o VC passaria a ter $\frac{1}{3}$ (33%) das participações da *Startup X*, enquanto os antigos acionistas ficariam com $\frac{2}{3}$ (67%). Além de receber os 10 milhões de reais em capital, essa pequena empresa receberia todo o apoio intelectual, operacional e relacional do fundo de VC, que passa a ser um sócio dos fundadores.

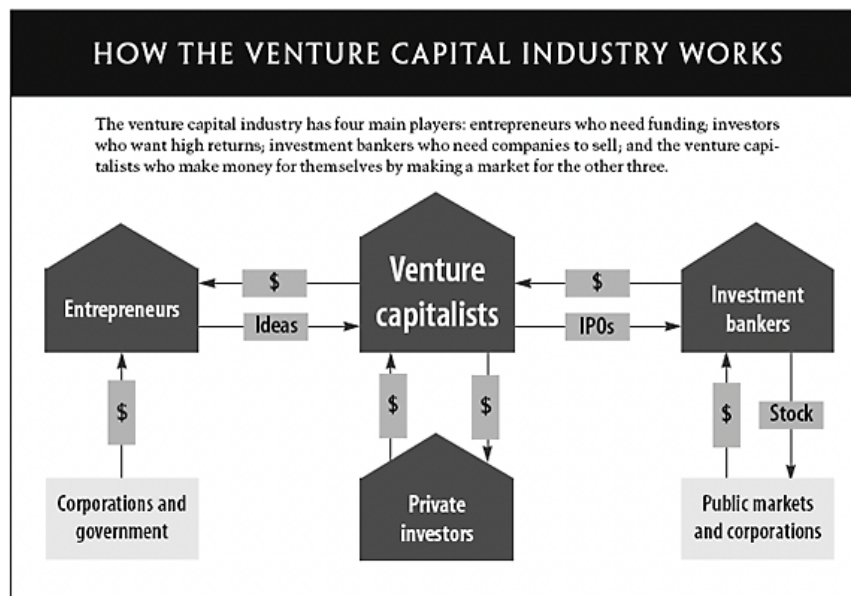
Após esse aporte teórico de 10 milhões de reais, digamos que a *Startup X* tenha conseguido crescer muito sua base de clientes e sua receita, e decide abrir seu capital na bolsa de valores. Ao fazê-lo, os investidores avaliam a companhia em R\$ 300 milhões. Como o VC tem $\frac{1}{3}$ das participações da *Startup X*, ele poderá vender suas ações pelo valor de R\$ 100 milhões ($\frac{1}{3}$ de R\$ 300 milhões). Nesse caso específico diz-se que o fundo de Venture Capital obteve um retorno de dez vezes do seu capital inicial, já que investiu R\$ 10 milhões, e obteve R\$ 100 milhões como retorno.

Esse caso fictício representa uma visão simplificada de como um aporte de VC em uma *startup* funciona, e, na vida real, uma série de fatores como rodadas subsequentes, impostos, vendas de opções de compra para funcionários (*stock options*), entre outros, tornam essa conta muito mais complexa. Mesmo assim, o caso não deixa de ser útil para compreender os fundamentos lógicos dessa classe de investimento.

Segundo Zider (1998), existem quatro atores importantes no ecossistema de Venture Capital:

1. Empreendedores, que necessitam de investimentos
2. Investidores Privados, que desejam altos retornos
3. Banqueiros de Investimento, que precisam de empresas para vender via IPO e M&A
4. Venture Capitals, que ganham dinheiro criando um mercado para os outros três atores

Figura 7 - Funcionamento da indústria de Venture Capital



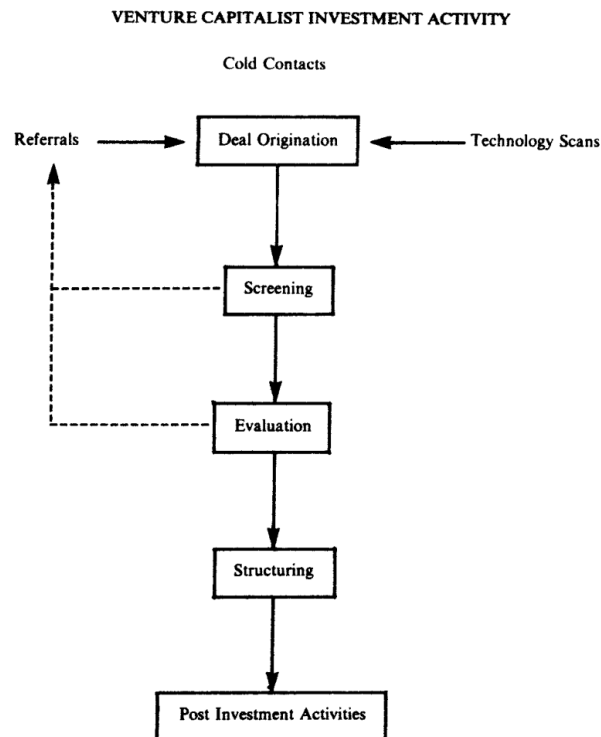
Fonte: Zider, 1998

Resumindo a figura acima, empreendedores recebem dinheiro de VCs em troca de participação em suas *startups*, investidores privados injetam dinheiro nos VCs esperando altos retornos financeiros, e banqueiros de investimento vendem as *startups* retornando os investimentos de VCs.

2.1.2 Atividades de um VC

Em seu artigo, Gompers, Goirnal, Kaplan e Strebulaev (2020), quebram as atividades realizadas por uma firma de Venture Capital em 8 áreas: originação de negócios, seleção de investimentos, valuation, estruturação do investimento, adição de valor pós-investimento, e relacionamento com investidores. Já Tyebjee e Bruno (1984) descrevem cinco etapas parecidas: originação de negócios, filtragem, avaliação, estruturação e atividades pós-investimento.

Figura 8 - Etapas de um Investimento de VC



Fonte: Tyebjee e Bruno (1984)

Nos próximos tópicos, cada um desses temas será abordado com mais detalhes.

2.1.2.1 Originação de Negócios

A primeira etapa do fluxo de investimentos em um VC é a originação de negócios. Ela corresponde a boca do "funil" de seleção de startups, onde são definidas quais serão as empresas a serem avaliadas para um possível investimento. Geralmente, a maioria delas vêm através de recomendações de terceiros, mas existem algumas exceções como veremos a seguir.

Dentre as oportunidades avaliadas, 31% costumam vir de relacionamentos profissionais dos funcionários da firma de VC, 28% são buscadas ativamente, 20% como sugestão de outros investidores, 10% diretamente dos fundadores das *startups*, 8% indicadas por empreendedores de empresas já investidas e 2% de métodos quantitativos de prospecção (GOMPERS et al., 2020). Isso evidencia a importância da busca ativa, etapa na qual encaixa-se este Trabalho. Ao final deste, algumas *startups* serão sugeridas como possíveis oportunidades de investimento, que devem ser avaliadas mais profundamente.

Vale ressaltar que diferentes fundos de Venture Capital, irão prospectar empresas em geografias, estágios e indústrias diferentes, dependendo de seu foco.

Fundos *early stage* são aqueles que investem em *startups* de estágio inicial, nas rodadas chamadas de "semente" e "série A". Nesse estágio, as empresas ainda estão testando seu modelo de negócio, e ainda não alcançaram uma tração relevante (Picken, 2017).

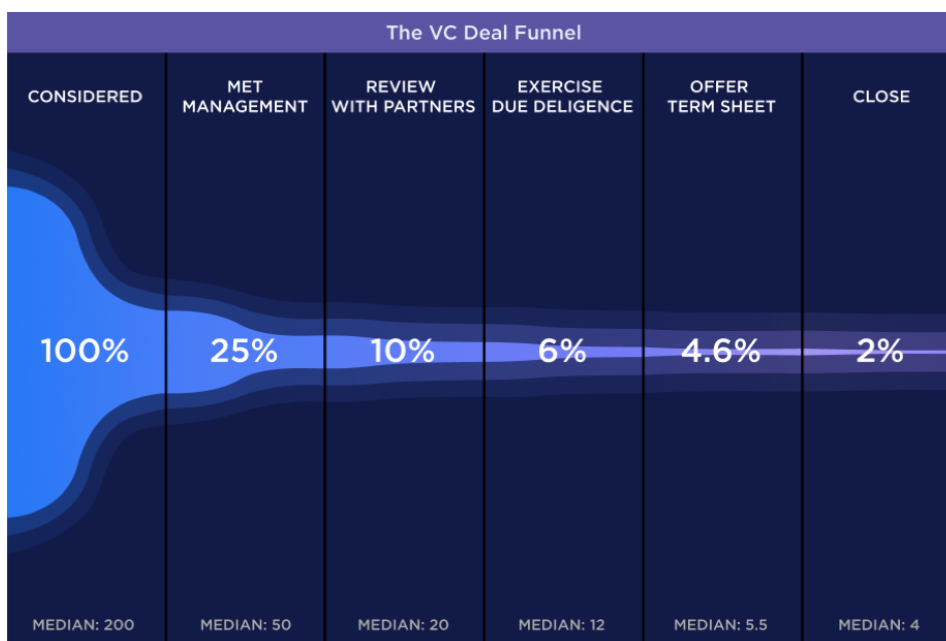
Já os fundos *late stage* são aqueles que investem em *startups* mais consolidadas, com um risco um pouco menor, e que buscam capital para expandir ainda mais, até alcançar um evento de liquidez como um IPO ou uma aquisição.

No caso da *Brasil Ventures*, são buscadas empresas *early stage*, com presença forte na América Latina em qualquer setor de tecnologia, principalmente *software*.

2.1.2.2 Seleção de Investimentos

Durante a seleção de investimentos, os VCs filtram as centenas de oportunidades que vêm da etapa de originação de negócios, escolhendo apenas algumas poucas *startups* para seguir com as negociações. Como vemos na imagem a seguir, adaptada do estudo de Gompers et al. (2020), a porcentagem de empresas que conseguem ultrapassar essa etapa é de aproximadamente 2%.

Figura 9 - Funil de seleção de startups em um VC



Fonte: Huang, 2019, com base em dados de Gompers et al. (2020)

Primeiramente, todas as empresas oriundas da etapa de originação de negócios são consideradas. Dessas, apenas $\frac{1}{4}$ irá realizar uma reunião com alguém dentro da firma de VC

(usualmente analistas e *associates*) para uma primeira análise. Caso haja interesse por parte do fundo, estas *startups* serão revisadas pelos outros sócios da firma em uma reunião chamada comitê de investimentos (que geralmente ocorre todas as segundas-feiras). Após essa validação, começa o processo de *due diligence*, onde os números e documentos da *startup* são explorados a fundo para que se possa formar uma convicção de investimento. Neste ponto do funil, restam apenas 6% das empresas inicialmente consideradas.

Existem diversas formas possíveis de avaliação de um negócio, e diferentes VCs possuem diferentes prioridades na hora de considerar um investimento. Enquanto fundos de *early-stage* costumam dar mais importância ao perfil dos fundadores da *startup*, fundos de *late-stage* acabam tendo uma visão mais focada no mercado e nos números da empresa (Gompers et al., 2016). Em geral, os fatores considerados relevantes na análise das startups são: time (95%), modelo de negócio (83%), produto (74%), mercado (68%), indústria (31%), *valuation* (56%), habilidade do VC de adicionar valor à empresa (46%) e fit (50%) (GOMPERS et al., 2020). Após a aprovação na *due diligence*, restam apenas 4,6% das empresas inicialmente consideradas.

2.1.2.3 Estruturação do investimento e valuation

Vencidas as etapas de filtragem, começa a negociação de um documento legal chamado *term sheet* que irá determinar todas as condições da rodada de investimento, incluindo total investido, valor da empresa, data do aporte, direito a assentos no conselho de administração, entre outros. Finalmente, se os empreendedores concordarem com as condições do *term sheet*, a rodada é finalizada, e firma-se o acordo final.

Quanto ao *valuation* (i.e. o valor implícito atribuído à *startup*), existem diversas ferramentas para fazer esse cálculo, como Fluxo de Caixa Descontado (FCD), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e análise de múltiplos. Em geral, fundos *early stage* acabam optando por métodos menos robustos, sendo que aproximadamente metade deles realiza com frequência investimentos baseados em intuição (GOMPERS et al., 2020). A métrica mais usada por fundos de VC é o *cash-on-cash multiple* (CoC), que representa quantas vezes o retorno do investimento é maior do que o capital investido. Em geral, espera-se que um aporte bem sucedido tenha um CoC de 10x ou mais em cinco anos (ZIDER, 1998).

$$CoC = \frac{\text{Retorno Realizado}}{\text{Total Investido}}$$

Além do *valuation*, o *term sheet* possui algumas outras condições que podem ser incluídas no contrato. Nesse momento, VCs podem recorrer a times internos de advogados ou a escritórios de advocacia para auxiliar a redigir o documento. Um exemplo de condição muito usada nos *term sheets* são os direitos de *pro-rata*, onde é garantida ao VC a oportunidade de investir em rodadas de captação subsequentes.

2.1.2.4 Adição de valor pós-investimento

Após o investimento em uma *startup*, fundos de Venture Capital costumam oferecer às empresas de seu portfólio ajudas em várias esferas do negócio. Segundo Hellmann e Puri (2002), essa adição de valor tem uma importância fundamental no desenvolvimento e profissionalização das *startups*.

Boa parte dos fundos (60% deles) reúnem-se com os gestores de suas empresas no mínimo uma vez por semana, e, através dessas interações, realizam algumas funções como (GOMPERS et al., 2020):

1. Orientação estratégica - reportado por 87%
2. Conexão com outros investidores - reportado por 72%
3. Conexão com clientes - reportado por 69%
4. Orientação operacional - reportado por 65%
5. Contratação de membros do conselho - reportado por 58%
6. Contratação de funcionários - reportado por 46%

2.1.2.5 Relacionamento com investidores

Outra atividade importante para o funcionamento de um fundo de Venture Capital é a captação de recursos com investidores, os chamados *Limited Partners* ou LPs. São eles que fornecerão o capital a ser aportado nas *startups*, e devem ser convencidos pelos VCs a aportar seu capital no fundo. A maioria deles são fundos de pensão, universidades, grandes bancos e famílias de alto patrimônio líquido, e costumam alocar uma parte pequena de seus fundos nessa classe de ativos (ZIDER, 1998). Os sócios do fundo de VC passam aproximadamente 3 horas por semana em reuniões com os seus *Limited Partners* (GOMPERS et al., 2020).

2.2 Cleantechs

2.2.1 Definição

O termo "Cleantech" é historicamente uma palavra mal compreendida. Desde sua popularização nos Estados Unidos em 2006, essa expressão é usada com definições conflitantes e pouco padronizadas no mundo de Venture Capital (O'ROURKE, 2009). Além disso, existem diversos termos semelhantes que podem ou não ser considerados sinônimos, como é o caso de "Greentech", "Climate Tech", "Green Technologies", "Clean Tech", "Clean Energy Technologies", "Renewable Technologies" e "Environmental Tech". Para evitar essa confusão, a definição usada neste trabalho é aquela proposta por O'Rourke (2009), que elaborou um trabalho relevante sobre os diferentes significados dados a *Cleantech*.

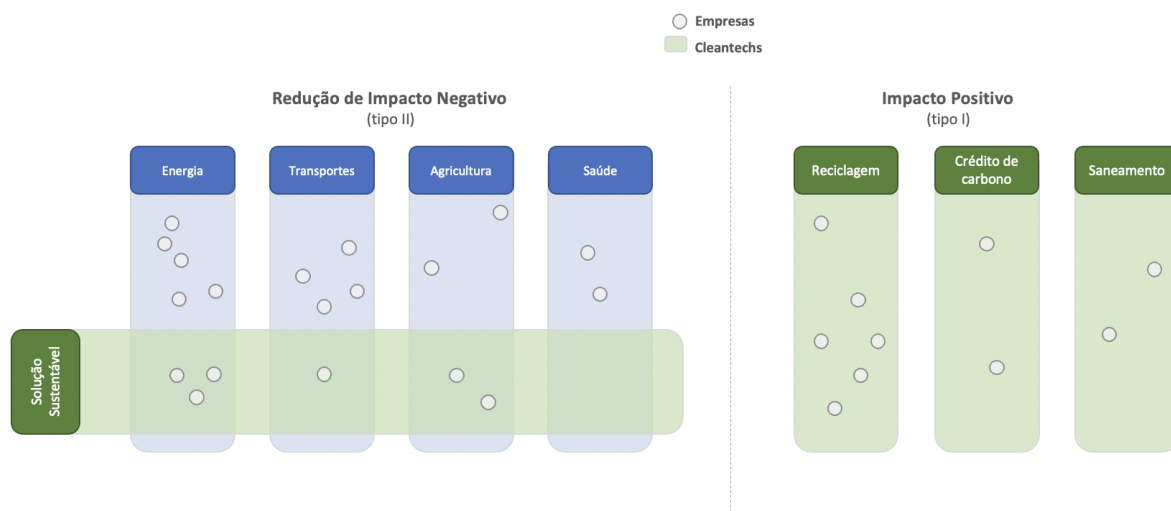
"Cleantech companies develop, produce and disseminate goods and services that improve the environmental performance of the system to which they are applied" (O'ROURKE, 2009, p. 109)

Ou, em tradução livre:

"Cleantechs são empresas que desenvolvem, produzem e disseminam bens e serviços que melhoram a performance ambiental do sistema no qual são aplicados."

Essa definição engloba duas categorias, como proposto por O'Rourke (2009): uma de empresas que desenvolvem soluções para problemas ambientais conhecidos (como empresas de reciclagem e captura de carbono), e outra de empresas que fornecem bens e serviços de valor para o consumidor final como transporte e luz, mas o fazem de uma maneira menos prejudicial ao meio ambiente. A Figura 10 traz uma representação gráfica destes dois tipos de *cleantech*.

Figura 10 - Categorias de cleantech



Fonte: Elaborado pelo Autor

Como visto na imagem acima, uma empresa pode ser considerada uma *cleantech* tanto pelo "o quê" ela produz, como pelo "como" ela produz.

Outro conceito importante introduzido por O'Rourke (2009) é o das três dimensões de classificação de *cleantechs* a *função*, o *cliente* e o *produto*.

1. Função: Qual a necessidade que está sendo satisfeita?
2. Cliente: Quem é o mercado para o qual esta empresa vende seus serviços/produtos?
3. Produto: Como essa necessidade é satisfeita? Com base em quais tecnologias?

Utilizando esse sistema, podemos citar uma empresa que faz entregas (função) para pequenos restaurantes (cliente) com veículos elétricos (produto), uma empresa que aumenta a eficiência energética de prédios (função) para clientes comerciais (cliente) com produtos de isolamento térmico (produto), ou até uma empresa que faz captura de carbono (função) para indústrias de cimento (cliente) através de reflorestamento (produto).

2.2.2 Histórico

Um fenômeno comum entre investidores de Venture Capital é a criação de termos para definir mercados como "fintech", "healthtech", "edtech", entre outros. Essas definições, apesar de parecerem pouco rigorosas e informativas, na verdade tem um papel fundamental na criação de uma identidade compartilhada no imaginário de investidores e empreendedores, podendo

acarretar em um aumento do fluxo de investimentos nesse setor (GLYNN; ABZUG, 2002) (ALDRICH; FIOL, 1994).

Por esse motivo, o termo *cleantech* foi criado dentro da comunidade de *Venture Capital* sendo ativamente disseminado por investidores e instituições que queriam criar uma nova categoria e atrair recursos para ela (O'ROURKE, 2009). Como veremos mais adiante, a organização *Cleantech Group* teve um papel chave na criação desse movimento em 2002.

Antes disso, porém, já existiam empresas de tecnologia resolvendo problemas ambientais. Entre 1980 e 1990, esses negócios eram chamados de "*environmental technologies*", e estavam principalmente relacionados a tecnologias de controle e mitigação das externalidades negativas de outras indústrias, como tratamento de água, ar e reciclagem. Na literatura, essa abordagem é conhecida como "fim-de-tubo" (NETO, 2011), e se relaciona ao tipo I de *cleantech* apresentado na Figura 10. Isso limitava as "*environmental technologies*" a soluções que, em sua maioria, estavam ajudando seus clientes a cumprir leis e regulamentações, mas não necessariamente aumentar seu lucro (O'ROURKE, 2009).

Com o tempo, cresceu uma nova corrente de pensamento chamada "produção mais limpa", que se propunha a complementar o "fim-de-tubo", ao introduzir o planejamento ambiental preventivo no momento da concepção de novos produtos, atacando as causas das externalidades negativas, e não só suas consequências (NETO, 2011). Esse tipo de solução também pode trazer benefícios de eficiência e competitividade às empresas, e se compara ao tipo II de *cleantech* apresentado na Figura 10.

No final do século XX, os investimentos nas até então chamadas "*environmental technologies*" saiu do radar, devido ao foco da maioria dos investidores no que posteriormente seria conhecido como uma das maiores bolhas especulativas da história do mercado financeiro, a "*dot-com bubble*".

Em 2002, quando o mercado de VC começou a recuperar-se da quebra da bolsa, foi criado o *Cleantech Venture Network* (hoje *Cleantech Group*), com o objetivo de prover informações e popularizar o novo termo "*cleantech*", ativamente se dissociando do termo "*environmental technologies*", que até então não tinha alcançado muito sucesso (O'ROURKE, 2009). Em 2006, os investimentos no setor passaram a ser algo convencional até mesmo entre os VCs mais tradicionais. John Doerr, uma personalidade notável do Vale do Silício fez um discurso dizendo que esta "poderia ser a maior oportunidade financeira do século" (O'ROURKE, 2009).

A partir daí, os investimentos em *cleantech* cresceram rapidamente, e só pararam em 2011, quando notou-se que, até então, essa classe de ativos tinha remunerado mal seus

investidores (GADDY; SIVARAM; O'SULLIVAN, 2016). A própria Kleiner Perkins, um dos VCs que popularizou esse movimento, hoje admite em seu site que as *cleantechs* não se adaptaram bem aos investimentos de VC no início do século (KLEINER PERKINS, 2021).

Nos últimos três anos, houve uma nova reviravolta entre os VCs, e tudo indica que 2021 baterá o recorde histórico de investimentos totais em *startups* de impacto ambiental. É interessante notar que, similar ao que ocorreu dos anos 90 para 2002, em que o termo *environmental tech* foi substituído por *cleantech* para minimizar os baixos retornos do passado, novamente em 2021 nota-se uma tentativa de trocar *cleantech* por outra palavra. Um dos termos mais utilizados tem sido "*climate tech*", como vemos no artigo da HolonIQ (2021).

2.3 Precificação de Carbono

A precificação de carbono é um instrumento que captura os custos ambientais da emissão de CO_2 , e os direciona às empresas que o emitem, na forma de um preço por tonelada de dióxido de carbono emitida (THE WORLD BANK, 2021). Esse mecanismo tem o objetivo de atenuar uma falha de mercado em que apenas alguns se beneficiam da produção de gases poluentes, enquanto todos são atingidos pelas consequências financeiras negativas da sua emissão (danos à saúde, catástrofes climáticas, danos à agricultura, etc.). Ao invés de ditar quem deve reduzir as emissões e como devem fazer esta redução, a precificação de carbono permite que cada empresa tome a decisão se quer transformar suas atividades para que sejam menos poluentes ou se preferem manter as emissões e pagar um preço por isso. Dessa forma, é possível alcançar o objetivo global do jeito mais flexível e eficiente financeiramente (THE WORLD BANK, 2021).

A seguir, serão discutidos os dois principais modelos de precificação de carbono em vigência hoje no mundo: os *Emission Trading Systems* (ETS), e o *carbon tax* (taxação do carbono)

2.3.1 *Emission Trading System (ETS)*

O Regime de Comércio de Emissões (tradução do termo em inglês *Emission Trading System*), é uma forma de precificação do carbono introduzida no Protocolo de Kyoto que hoje é a mais utilizada no mundo (THE WORLD BANK, 2021). Nela, instituições governamentais definem um limite de emissões que um setor da economia pode ter e geram uma quantidade de créditos de carbono (que são como "permissões" para emitir uma tonelada de CO_2) equivalente

a esse limite determinado. Esses créditos são então leiloados ou distribuídos para empresas poluidoras. Aqueles que emitirem menos toneladas de CO_2 do que a quantidade de créditos de carbono que possuem, poderão vender os créditos em excesso para aquelas empresas que irão emitir mais carbono do que a quantidade de créditos que possuem. No final de um período estipulado, os créditos são contados por uma agência reguladora, e todos que não estiverem "em dia" com suas emissões, deverão pagar uma multa. Isso gera um duplo incentivo às empresas que emitem menos por dois motivos: não pagar a multa, e, possivelmente vender créditos de carbono excedentes, gerando receita.

Esse sistema foi utilizado pela primeira vez nos Estados Unidos, só que no contexto da chuva ácida. No final de década de 80, o país sofria com graves problemas causados por emissões em excesso de SO_2 , que provocam a chuva ácida. Em 1990 o governo americano aprovou um *cap and trade* que criava um mercado para a emissões de SO_2 , nos mesmos moldes descritos anteriormente. Em apenas 8 anos, o volume de chuvas ácidas foi reduzido em 20%, chamando a atenção para o sucesso dessa política pública (THE ECONOMIST, 2021).

Em dezembro de 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto, onde 84 países signatários concordaram em criar um sistema internacional de créditos de carbono, para reduzir as emissões de gases de efeito estufa dos países desenvolvidos (UNFCCC, 2021). Foram distribuídos créditos de carbono (chamados AAUs) aos países, e oferecidas três formas de compensação de emissões (REICHLE, 2019):

- International Emissions Trading (IET): Sistema de ETS em que os créditos de carbono emitidos poderiam ser comercializados entre países desenvolvidos
- Joint Implementation (JI): Implantação de projetos de redução de carbono por um país desenvolvido em outro país desenvolvido
- Clean Development Mechanism (CDM): Pagamentos realizados por países desenvolvidos para países subdesenvolvidos, financiando projetos de captura de carbono, geralmente de reflorestamento. Esse mecanismo de geração de créditos de carbono foi muito efetivo, e estima-se que atraiu US\$ 90 bilhões em investimentos para projetos de redução de emissão.

Os sistemas estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto entraram em vigência em 2005. Um pouco antes disso, a União Europeia criou o primeiro mercado regional de carbono, o EU ETS, que se mantém até hoje como o maior sistema de créditos de carbono do mundo, com um valor de mercado de mais de 200 bilhões de dólares (EUROPEAN COMMISSION, 2021). Estima-se que o EU ETS reduziu as emissões do bloco europeu em mais de 1 bilhão de toneladas de

CO_2 entre 2008 e 2016 (BAYER; AKLIN, 2020). Hoje, já existem 38 jurisdições nacionais com sistemas de ETS implantados, incluindo China, Canadá e todos do bloco europeu (THE WORLD BANK, 2021).

Além dos mercados regulados de carbono (i.e. mercados criados e geridos por instituições governamentais), como o EU ETS e o definido pelo Protocolo de Kyoto, existem os mercados voluntários de carbono. Esse tipo de mercado tem se tornado notavelmente mais movimentado com o crescente número de empresas que se comprometem a atingir a neutralidade de carbono até 2030. Neles, como o próprio nome diz, empresas e indivíduos optam por, voluntariamente, comprar créditos de carbono informais que "zeram" suas emissões ao financiar projetos que sequestram carbono da atmosfera. Apesar de relevante, o mercado voluntário hoje representa apenas uma fração do mercado regulado (BLAUFELDER; LEVY; MANNION, 2021).

2.3.2 Carbon tax

A taxação do carbono é uma alternativa ao ETS na qual governos estipulam um preço fixo para a emissão de uma tonelada de CO_2 , muitas vezes embutindo um adicional de emissão a alguns produtos poluentes como a gasolina. Essa técnica garante um preço constante do carbono, mas deixa que a quantidade emitida flutue com mais liberdade, em oposição ao ETS que fixa a quantidade de emissões, e deixa que o preço flutue. Em geral, a taxação do carbono é mais simples de implementar do que um mercado de créditos, mas dá menos flexibilidade às empresas sobre quem deve reduzir as emissões (REICHLE, 2020). Alguns acadêmicos defendem que esse método poderia ajudar a atingir as metas de temperatura média global mais rápido do que o ETS (PARRY et al., 2018).

2.4 Idea Maze

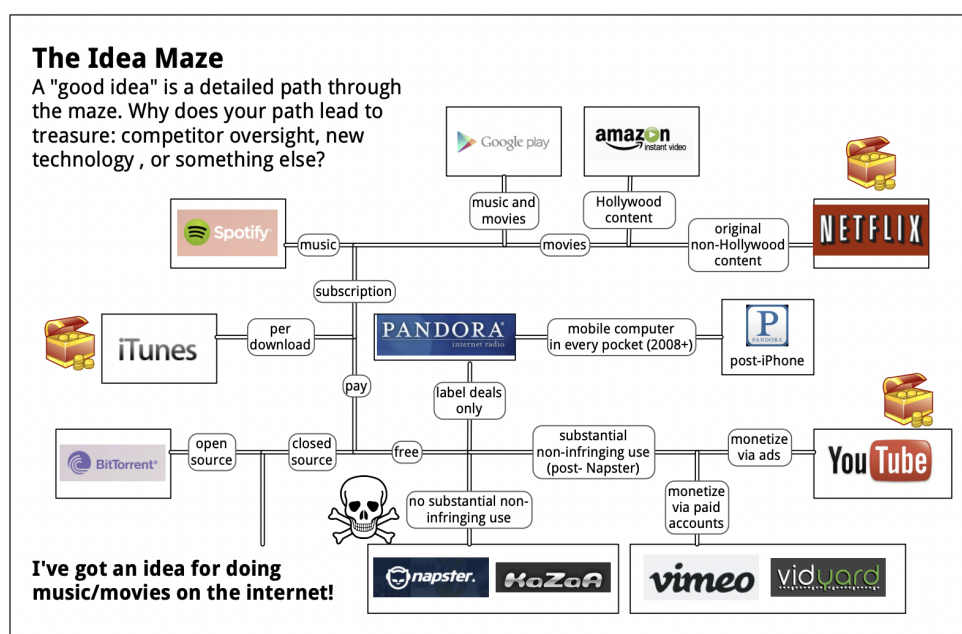
Identificar quais negócios nascentes se tornarão empresas bem sucedidas é uma tarefa difícil. Existem muitos fatores que influenciam na probabilidade de uma *startup* se tornar um unicórnio (i.e. uma empresa privada que vale mais de US\$ 1 bi). Dentre os principais, podemos citar a qualidade da ideia, a execução do time e o mercado em que a empresa está inserida.

O professor de Stanford Balaji S. Srinivasan defende que, para se ter uma boa ideia, os fundadores de uma empresa precisam de um panorama geral do mercado em que estão se posicionando. Precisam entender quais são as histórias de sucesso e de fracasso, quais teses

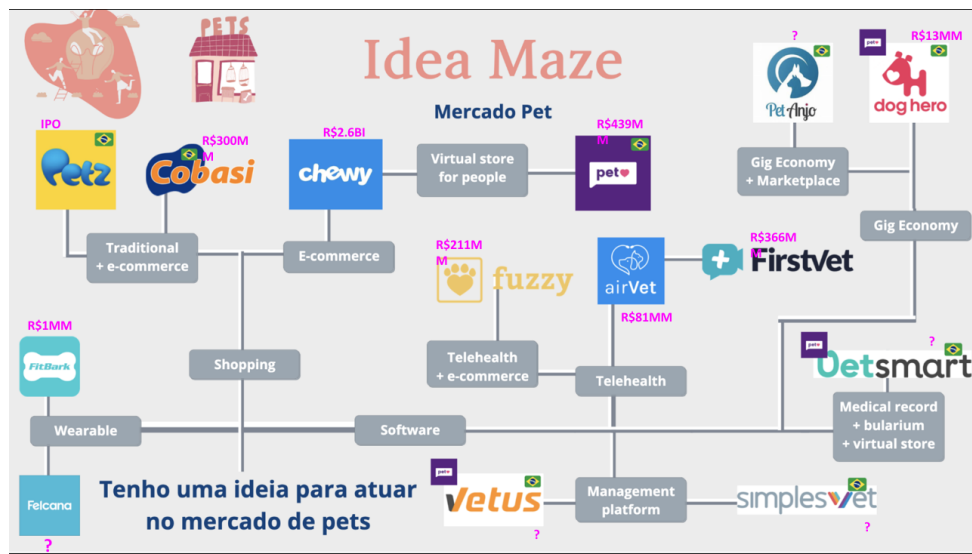
recebem mais investimento, quais têm um número maior de competidores, quais têm menos. Só assim ele poderá navegar com precisão entre a imensidão de caminhos possíveis de estratégia para o negócio, evitando falhas de empresas no passado, e se inspirando em caminhos que já se mostraram rentáveis.

Uma ferramenta proposta para formar essa visão geral da história de um mercado é o *Idea Maze*, proposto por Srinivasan (2015). Trata-se de uma visualização gráfica em formato de árvore que quebra um setor em diversos possíveis modelos de negócio, demonstrando como as principais empresas se posicionam. Adicionando um indicador de sucesso ao mapa, como o dinheiro total captado por companhia, fica mais claro visualizar quais as oportunidades mais bem vistas por investidores, e onde existem lacunas com poucas empresas atuando. A seguir, um exemplo elaborado por Srinivasan.

Figura 11 - Exemplo I de um *Idea Maze*



Fonte: Srinivasan (2015)

Figura 12 - Exemplo II de um *Idea Maze*

Fonte: Vilas Boas Ribeiro (2021)

Neste trabalho, a ferramenta será utilizada para clarear o nicho de *startups cleantech*, mostrando casos de sucesso e fracasso no passado, além de identificar empresas promissoras. Pretende-se fornecer assim um material que ajuda tanto futuros empreendedores a navegar pelo mercado de *cleantechs*, quanto investidores que buscam entender esse tipo de empresa para tomar decisões mais assertivas em seus investimentos.

3 ANÁLISE DA ATRATIVIDADE DE INVESTIMENTOS EM CLEANTECH

No início deste trabalho, definimos três perguntas a serem respondidas. A primeira delas é:

- (i) Existem indícios de que em 2021 os investimentos em *cleantechs* podem gerar retornos positivos, diferentemente do que ocorreu em 2011?

Vale lembrar que, como foi dito no Capítulo 1, os investimentos em *startups* de impacto ambiental durante a década de 2000 acabaram em uma perda de mais de 50% dos aportes feitos no setor (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016), o que traz receios aos Venture Capitals mais atentos de que isso possa se repetir nos próximos anos.

Para responder à pergunta (i), duas etapas fazem-se necessárias. Inicialmente, é preciso estudar a história dos investimentos em *cleantechs* ocorridos entre 2005 e 2011, para assim identificar quais foram as principais causas de seu fracasso. Em seguida, devemos compreender o contexto atual e analisar se aquelas causas do fracasso no passado ainda persistem no presente.

Felizmente, já existem alguns estudos que realizaram a primeira etapa – identificar as causas dos baixos retornos no setor de *cleantechs* em 2011. Em especial, destaca-se um artigo de 2016 do MIT Energy Initiative realizado por In. Intitulado de “*Venture Capital and Cleantech: The wrong model for energy innovation*”. Tal estudo ficou muito conhecido, e hoje é um dos mais citados sobre o assunto. Após compilar os principais textos científicos e opinativos das maiores autoridades de Venture Capital e investimentos sustentáveis, foram levantados os problemas mais citados para os investimentos em *cleantechs* na época.

1. Dependência em *deep tech* e hardware
2. Pouca liquidez dos investimentos
3. Velocidade da evolução de políticas ambientais
4. Queda no preço do barril de petróleo

Para cada um dos tópicos acima, será feita uma comparação das condições passadas e das condições atuais, que possibilitam entender se existem melhores perspectivas para o sucesso de *cleantechs* hoje, e quais os aprendizados que podemos levar das falhas da primeira onda de investimento.

3.1 Dependência em *Deep Tech* e Hardware

Uma concepção muito difundida, porém, pouco condizente com a realidade é a de que *startups* estão sempre na fronteira da inovação, ajudando a desenvolver tecnologias de última geração completamente inéditas. Contudo, apesar de elas geralmente contarem com sistemas mais modernos e inovadores que seus concorrentes incumbentes, no Brasil são poucos os casos de *startups* que de fato criaram alguma tecnologia nova “dentro de casa” e obtiveram grande sucesso. Empresas como Nubank, 99táxis, Rappi e MadeiraMadeira não nasceram baseadas em alguma descoberta científica disruptiva, mas sim de modelos de negócio inovadores alavancados em tecnologias que já eram relativamente bem estabelecidas.

Alguns setores, porém, são altamente dependentes desse tipo de inovação, como é o caso do setor farmacêutico. A *Moderna Inc.* é um bom exemplo dessa situação, de uma startup que nasceu para desenvolver uma tecnologia ainda incipiente de imunizantes baseados em RNA, e acabou tendo grande sucesso ao conseguir produzir vacinas altamente eficazes.

Um termo amplamente utilizado para classificar essas empresas baseadas no desenvolvimento científico inédito é o de *deep techs*. A consultoria BCG define a categoria como: "soluções disruptivas construídas ao redor de avanços tecnológicos e científicos únicos, protegidos e difíceis de reproduzir" em seu Report de 2017 sobre o tema (DE LA TOUR et al., 2017)

Voltando para o contexto de *cleantechs*, nota-se que tal setor é altamente dependente de inovações científicas, e a maior parte dessas empresas poderia ser classificada também como *deep techs* (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016). Contudo, na onda de investimentos de 2005 a 2011, foram justamente essas empresas que buscavam solucionar problemas ambientais com tecnologias inéditas as que mais trouxeram prejuízo aos investidores (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016). Um bom exemplo disso é a Nanosolar, empresa que desenvolvia um novo painel solar ultra fino com base em um material inovador, e faliu em 2013 mesmo depois de receber mais de 400 milhões de dólares em investimento (WESOFF, 2013).

Esse fenômeno, é, porém, esperado uma vez que a literatura sugere que *deep techs* possuem baixa afinidade com o modelo de investimento de Venture Capital atual (DE LA TOUR et al., 2021). O Banco de Investimentos Europeu classifica esse tipo de oportunidades como "intrinsecamente arriscadas, capital-intensivas e dependentes de um investidor paciente de longo-prazo", características mais condizentes com o perfil de investimentos do setor público (EUROPEAN INVESTMENT BANK, 2018).

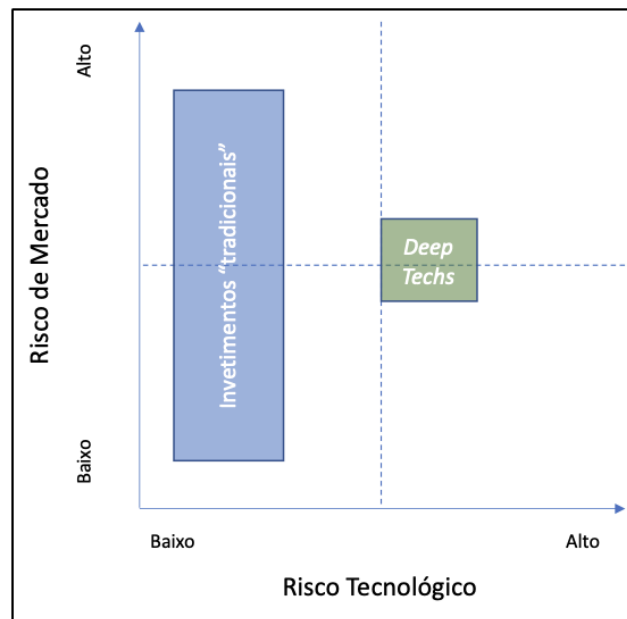
Em seu relatório sobre *deep tech* de 2021 o Boston Consulting Group (BCG) reconhece que atualmente existem muitos desafios para que o modelo de Venture Capital funcione bem para as necessidades de startups altamente científicas (DE LA TOUR et al., 2021). Isso se deve a alguns motivos:

Primeiramente, os VCs estão acostumados a analisar empresas que seguem um modelo iterativo em seus produtos. Em outras palavras, os investidores procuram empresas que podem repetir ciclos de *Design-Build-Test-Learn* muitas vezes, como sugere Eric Ries em seu livro “A startup enxuta” (RIES, 2011). Contudo, *deep techs* geralmente não conseguem fazer isso, e acabam realizando ciclos de concepção, produção e testagem longos, demorados e complexos. De forma ilustrativa podemos imaginar a diferença na dinâmica do desenvolvimento de uma nova tecnologia de energia solar com a dinâmica do desenvolvimento de um aplicativo de banco digital, na qual o segundo pode ser feito de forma muito mais rápida e enxuta.

Isso nos leva ao segundo ponto, de que esses investimentos são capital-intensivos, desde o estágio inicial da empresa (DE LA TOUR et al., 2021 e GHOSH; NANDA, 2010), quando ainda se tem pouca visibilidade da chance de sucesso da companhia. Diferentemente do modelo de investimento em *startups* tradicionais, onde os VCs podem alocar mais capital na empresa conforme a empresa vai se provando (consequentemente mitigando seu risco), *deep techs* precisam de um comprometimento de capital robusto quando ainda há muito risco (DE LA TOUR et al., 2021).

Além disso, temos um problema de tempo até atingir a maturidade da empresa. A maioria dos Venture Capitals levantam fundos com uma validade de dez anos, o que significa que todos os investimentos devem ser liquidados no máximo neste mesmo prazo. *Deep techs* demoram mais para se desenvolver, de forma que o horizonte de 10 anos se mostra inadequado para esse tipo de empresa (DE LA TOUR et al., 2021).

Por último, gestores de Venture Capital, em geral, mostram menos habilidade em entender riscos científicos e tecnológicos, uma vez que tendem a ser especialistas em riscos de mercado (EUROPEAN INVESTMENT BANK, 2018). Isso os torna ainda mais avessos a *deep techs*, que combinam ao mesmo tempo dois perfis de risco: tecnológico e de mercado. Isso gera uma grande assimetria de informação que dificulta a tomada de decisão dos gestores de VC.

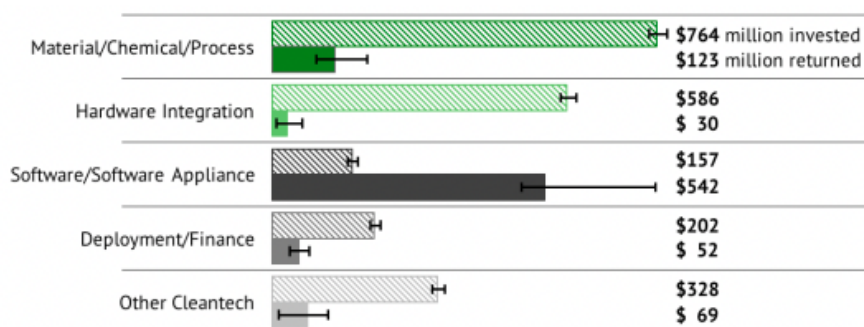
Figura 13 - Perfil de risco das *deep techs*

Fonte: Adaptado de De La Tour et al. (2021)

Todas essas considerações sobre a dependência entre *cleantechs* e *deep techs* apontam para a necessidade de uma atenção especial ao investir no setor. As práticas comuns de Venture Capital precisam ser adaptadas para ter maior aderência à realidade dessas empresas (DE LA TOUR et al., 2021). Porém, outra abordagem importante pode ser a de priorizar investimentos de *cleantechs* que não são *deep tech*, como é o caso de grande parte das empresas de software voltado a impacto ambiental.

Ao se separar as *cleantechs* de software das demais e analisar o retorno desse tipo específico de investimento, notamos que esse é o único grupo que apresenta retornos positivos (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016).

Figura 14 - Vantagem comparativa dos investimentos em software



Fonte: Gaddy, Sivaram, O’Sullivan (2016)

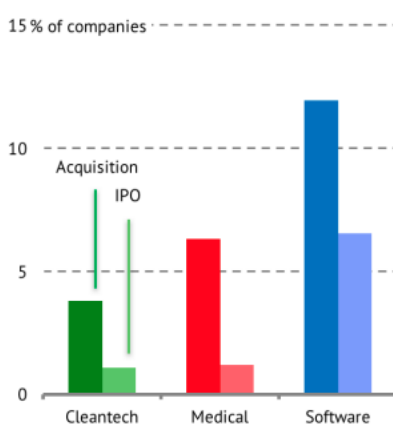
Sugere-se, portanto, que no contexto da tese de investimentos da *Brasil Ventures*, dê-se preferência a investimentos com menor risco tecnológico. Nas situações de avaliação de investimentos mais cientificamente complexos, é desejável que a *Brasil Ventures* conte com cientistas e especialistas para avaliar e mitigar riscos tecnológicos antes de um eventual aporte.

3.2 Baixa Liquidez

Além do grande risco tecnológico enfrentado em geral pelas *cleantechs* de 2011, outro fator que contribuiu extensamente para os baixos retornos foi a dificuldade de vender as participações das empresas.

Como explicado no capítulo 2.1, para conseguir concretizar seus ganhos financeiros, fundos de Venture Capital precisam realizar as chamadas “saídas”. Isso pode ocorrer de duas formas: via IPO (i.e. listar as ações da empresa em uma bolsa de valores) ou via aquisição (i.e. vender as ações da empresa para uma outra companhia maior). No caso de haver baixo “apetite” de outras empresas e investidores em realizar esse tipo de transação, a tendência é que os ganhos do Venture Capital fiquem limitados. Essa é uma das causas levantadas pelo artigo de Gaddy, Sivaram e O’Sullivan (2016) para o fracasso das *cleantechs* no passado, onde menos de 4% das companhias conseguiram ser adquiridas em termos favoráveis (GADDY; SIVARAM; O’SULLIVAN, 2016).

Figura 15 - Porcentagem de "saídas" em diferentes setores



Fonte: Gaddy, Sivaram, O’Sullivan (2016)

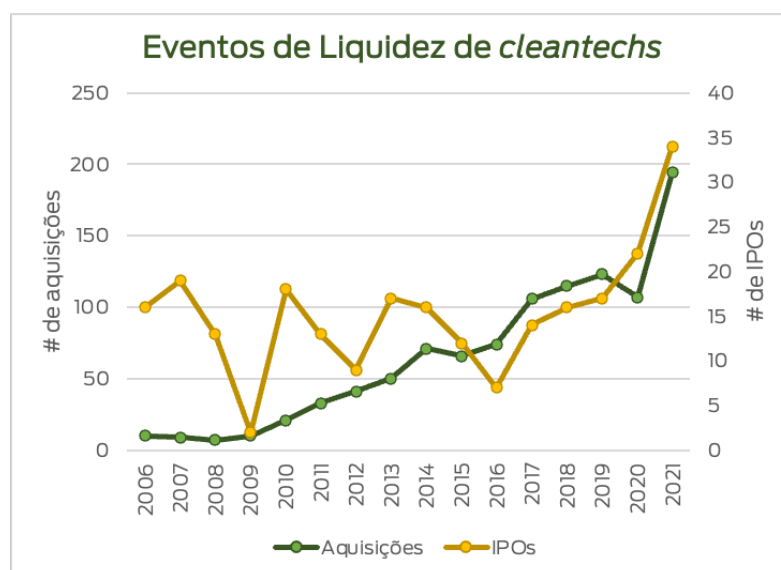
Ao se comparar 2011 com os dias de hoje, existem indicativos de que, enquanto na década passada o interesse em adquirir *cleantechs* era baixo, o cenário atual é muito diferente. Até 2010 as grandes empresas demonstraram pouco interesse em adquirir *startups* de impacto

ambiental (GHOSH; NANDA, 2010). Em contraste com o setor farmacêutico que já possuía nos anos 2000 um caminho muito claro para aquisições, isso não era verdade para *cleantechs*. Isso se deve em parte ao fato de que as grandes farmacêuticas viam a aquisição como um importante mecanismo de proteção. Ele possibilitava evitar a criação de novos concorrentes que desafiassem seus posicionamentos como líderes de mercado, estratégia que ainda não era difundida em outras indústrias (GHOSH; NANDA, 2010). Contudo, esse paradigma tem mudado depois de algumas histórias de sucesso chamarem a atenção dos investidores, como é o caso das *cleantechs* Tesla, Beyond Meat, Nest, entre outras. Em 2017, a companhia do empreendedor sul-africano Elon Musk foi oferecida para a Apple, que recusou iniciar qualquer discussão de M&A (THE VERGE, 2020). Hoje a empresa é a mais valiosa montadora de veículos do mundo, e ao que tudo indica, em breve concorrerá diretamente com a Apple no setor automobilístico (THE NEW YORK TIMES, 2021).

Além disso, no final da década de 2000, algumas das grandes empresas que poderiam realizar aquisições de empresas de tecnologia verde começaram a anunciar que encerrariam seus investimentos em *cleantech*, argumentando que muitas delas não eram “economicamente viáveis”. É o caso da Shell que encerrou seus investimentos em energia solar, eólica e hídrica (THE GUARDIAN, 2011), e da British Petroleum que cortou seus projetos de placas solares (THE GUARDIAN, 2011). Hoje, porém, essa tendência se reverteu, e empresas como a BP preparam-se para uma “reestruturação verde” com investimentos massivos em energia de baixo carbono (MUFSON, 2020). Um estudo do Goldman Sachs prevê que as grandes companhias de petróleo irão investir mais de 170 bilhões de dólares em energia renovável até 2030, sendo que todas elas se comprometeram a se tornar carbono-neutras até 2050 (DELLA VIGNA, 2020). Faz sentido inferir que muito desse investimento será direcionado para aquisições de *cleantechs*.

Como consequência dos vários fatores mencionados, os M&As de *cleantech* estão hoje mais acelerados do que nunca, e no primeiro semestre de 2021, apenas no setor de energia renovável, houve um crescimento de 169% no volume de aquisições em relação ao ano passado, atingindo o valor de US\$ 17 bilhões em transações (SYNDER; GURR, 2021). Com base em dados do Tracxn (2021), em 2021 ocorreram 194 aquisições de *cleantechs*, em comparação com 33 em 2011. Já o número de IPOs chegou a 34 (TRACXN, 2021).

Figura 16 - Eventos de "saídas" de cleantechs



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Tracxn (2021)

De forma a exemplificar esses eventos de liquidez, podemos citar alguns casos notórios como o IPO da Oatly (empresa de leite à base de aveia), a aquisição e subsequente IPO da ChargePoint (empresa de carregadores de carros elétricos) em 2021, a aquisição da Nest (termostatos inteligentes e ecológicos) pela Google, entre outros.

Esse cenário traz um otimismo de que, desta vez, será mais fácil encontrar compradores para *startups* de impacto ambiental e esse aumento de liquidez poderá garantir mais histórias de sucesso para o setor.

3.3 Velocidade da Evolução de Políticas Ambientais

Existem muitos fatores que incentivam a economia a ser mais sustentável. Eles variam desde investidores comprometidos com a agenda ESG até consumidores mais exigentes que optam por comprar produtos ecológicos. Contudo, um fator fundamental para que mais negócios sustentáveis nasçam são as políticas públicas e as regulamentações.

Através de ações como a liberação de financiamentos para projetos ambientais e a imposição de regras mais duras como a taxação de emissões de carbono, os governos podem ser determinantes na aceleração das mudanças na economia para um modelo mais sustentável. Especialmente pensando nos projetos de *deep tech* muito complexos e pouco atrativos para investidores privados, é essencial que o governo faça o papel de promover um financiamento público (EUROPEAN INVESTMENT BANK, 2018). Da mesma forma, através de

mecanismos que precificam as emissões de carbono como o *cap and trade* e o *carbon tax* (ver capítulo 2.2), pode-se viabilizar economicamente algumas tecnologias que antes eram inviáveis.

Assim, quando investidores de Venture Capital formulam sua estratégia de investimento em *cleantechs*, a existência de algumas medidas de incentivo a empresas sustentáveis têm o poder de mudar profundamente a decisão dos gestores de capital privado (BÜRER, WÜSTENHAGEN, 2009). Em seu estudo, Burer e Wüstenhagen realizaram pesquisas com diversos VCs para avaliar que tipo de decisões governamentais que mais tornariam o mercado de *cleantechs* atrativo.

Voltando aos anos de 2005, principalmente nos EUA, existiam fortes indícios do avanço de políticas nacionais visando coibir o avanço do aquecimento global. Inspirados no sucesso do sistema *cap and trade* que havia solucionado o problema da chuva ácida, parecia haver um consenso no Congresso Americano de que o mesmo mecanismo deveria ser usado para o controle das emissões de carbono (SCHAMALENSEEE, STAVINS, 2013). Essa situação gerou grandes expectativas entre os investidores de *cleantech*, que aumentaram o valor de suas apostas nas *startups* mais sustentáveis de seus portfólios (DAY, 2020). Contudo, essas expectativas foram frustradas, e, apesar de em 2009 o Congresso dos Estados Unidos ter aprovado o *American Clean Energy and Security Act*, em 2010 o senado voltou atrás e rejeitou a implementação da lei que pela primeira vez precificaria emissões de carbono nos EUA. Nos anos seguintes, com a falta de incentivos governamentais robustos, os *Venture Capitals* se frustraram ainda mais com os baixos retornos de seus investimentos.

Hoje, contudo, o cenário parece ser outro. O presidente dos Estados Unidos Joe Biden tem demonstrado um grande interesse em mudar as políticas ambientais da maior economia do mundo, anunciando um plano de US\$ 2 trilhões para a descarbonização do país (GLUECK, FRIEDMAN, 2020). Além disso, doze estados americanos já implementaram uma política de precificação do carbono, atitude que deve se alastrar pelos EUA nos próximos anos (CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS, 2021).

Na China, acaba de ser aprovado em julho de 2021 o que será o maior mercado de carbono regulado do mundo. Por hora ele cobre apenas as emissões do setor de energia, mas logo essa regulamentação será estendida para outros setores poluidores.

No contexto brasileiro, com a aproximação da COP26, as discussões no Congresso para a criação de medidas rígidas contra o Aquecimento Global têm se intensificado. O marco regulatório do carbono (Projeto de Lei 528) está cada vez mais próximo de ser discutido, com

bons indícios de aceitação por indústrias tradicionalmente resistentes à medida (CAPITAL RESET, 2021).

Vale ressaltar, contudo, a importância da regulação do mercado europeu como referência para os demais países. O EU ETS (European Union Emissions Trading System) tem se provado como uma solução viável, e estima-se que ele evitou a emissão de 1,2 bilhões de toneladas de CO₂ entre 2008 e 2016 ao mesmo tempo que a economia europeia se manteve em crescimento (BAYER; AKLIN, 2020). Trata-se do maior mercado de carbono do mundo, que começa a ter impactos profundos na economia local e global. A *Bridgewater Associates*, maior *hedge fund* do mundo, descreve sua importância:

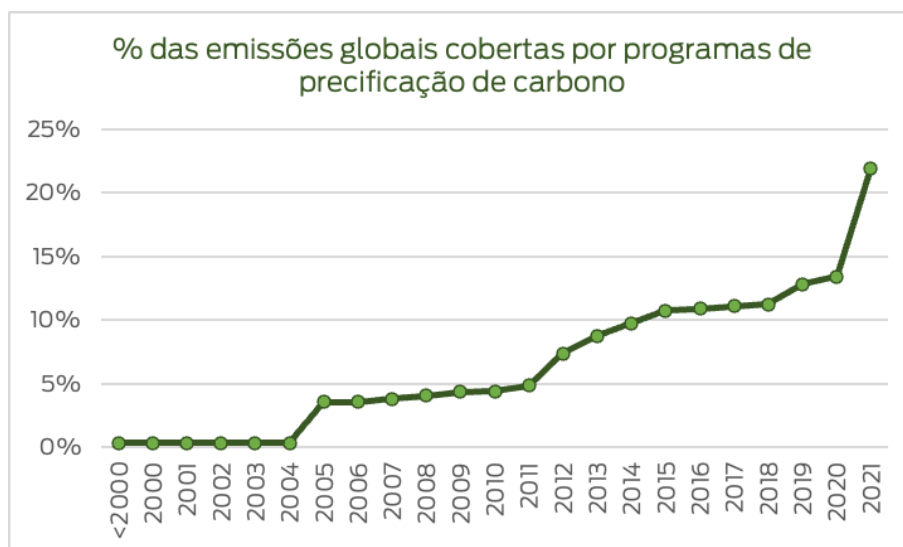
O mercado de carbono já é relevante para o acompanhamento da economia europeia e tem liquidez suficiente para os grandes investidores participarem” (...) “A tendência é que os mercados de outros países evoluam de forma semelhante, aprendendo com a experiência europeia, que está na dianteira neste tema. (RAGAZZI, 2021)

A Gestora anunciou que vai começar a tratar o preço do carbono como um input essencial em seus modelos, assim como o de outras commodities como petróleo e carvão, graças a iniciativas como o EU ETS (RAGAZZI, 2021).

A União Europeia tem impacto direto na política brasileira, principalmente com o anúncio de que será criado um imposto de importação para os países de origem que não possuírem ações de precificação de carbono (THE ECONOMIST, 2021).

Hoje, já são 45 países e 34 unidades federativas com essas iniciativas implementadas, cobrindo 22% das emissões globais (THE WORLD BANK, 2021). No gráfico à seguir vemos a evolução da porcentagem das emissões globais que estão sob a regulamentação de órgãos nacionais ou subnacionais através de sistemas de precificação de carbono:

Figura 17 - Porcentagem das emissões globais cobertas por programas de precificação de carbono



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do The World Bank (2021)

Nota-se que em 2021 houve um grande salto 13% para 22%, resultado da implementação do ETS chinês. Esse acontecimento eleva a precificação regulamentada do carbono a outro patamar se comparada a 2011, onde apenas 5% das emissões eram precificadas.

Nada pode garantir que as políticas públicas evoluirão de forma mais rápida em 2021 do que em 2005, mas esses e outros acontecimentos como a assinatura do Acordo de Paris em 2016, trazem uma nova onda de otimismo aos investidores de *cleantech* – dessa vez, um pouco mais fundados em motivos concretos.

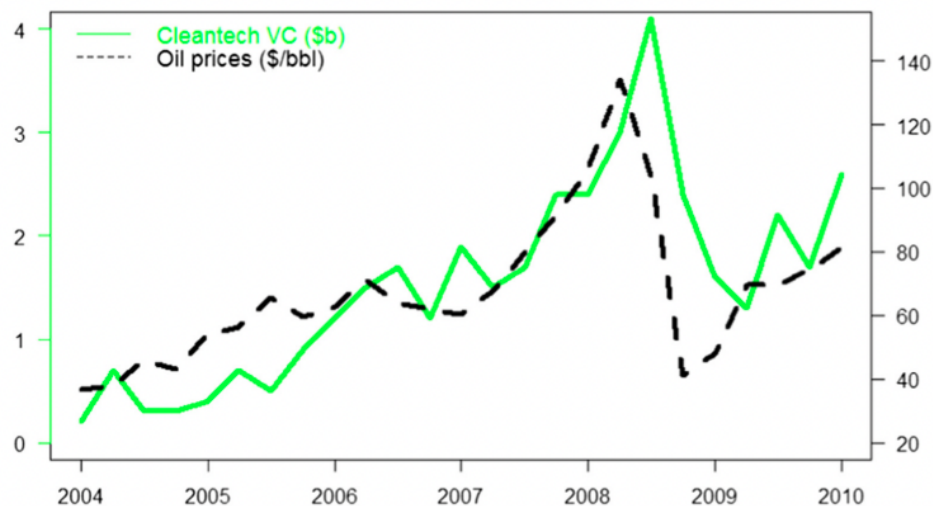
3.4 Queda no Preço do Barril de Petróleo

Em geral, *cleantechs* costumam ter uma relação muito forte com o tema da energia. Soluções de energia renovável e eficiência energética chegaram a corresponder a 70% dos investimentos de VC em *cleantech* (CUMMING, HENRIQUES, SADORSKY, 2016). Mesmo outros segmentos, como o de carros elétricos, mantém uma grande ligação com o setor de energia. Como consequência disso, é de se esperar que alguns fatores externos relacionados à produção de energia global tenham efeitos diretos e indiretos na atratividade dos investimentos em empresas de sustentabilidade.

O preço do barril de petróleo parece ser um bom exemplo para notar esse fenômeno. Como o mercado de energia é um mercado de *commodity*, um fenômeno esperado é que quando uma fonte de energia fica mais cara, outras fontes que consigam manter um preço inferior tendam a ganhar relevância e volume. Nesse caso, preços mais altos de petróleo e derivados

levam os investidores a crer que as soluções alternativas passem a ter mais viabilidade econômica. Comparando o preço do petróleo com os investimentos de VC em *cleantech* essa tendência fica muito evidente.

Figura 18 - Investimento em *Cleantechs* e o Preço do Barril de Petróleo



Fonte: Cumming; Henriques; Sadorsky, 2016

A semelhança entre as curvas do preço do barril de petróleo e do investimento total em *cleantech* trazem à tona a discussão da importância do preço de algumas *commodities* na dinâmica de investimentos nas *startups* de cunho sustentável. Dessa forma, diversos estudos consideram que a queda do preço do barril de petróleo de 2008 notada no gráfico acima teve uma grande importância no fracasso de muitas *cleantechs* no mesmo período, que viram seus produtos pouco competitivos comparativamente a fontes de energia tradicional (GADDY; SIVARAM; O'SULLIVAN, 2016) (GHOSH, NANDA, 2010) (CUMMING, HENRIQUES, SADORSKY, 2016).

Em 2021, contudo, qual é a tendência do preço do barril de petróleo? Caso uma nova queda no preço como a de 2008 viesse a acontecer, poderiam haver sérias implicações para empresas que se baseiam na diminuição do uso de combustíveis fósseis.

O último ano foi de extrema volatilidade para o preço do petróleo, devido à queda acentuada na demanda de combustíveis causada pela pandemia do coronavírus. Contudo, no período em que este trabalho foi escrito, o preço recuperou patamares pré-pandêmicos e está em torno de 75 US\$/bbl. As principais casas de análise de ativos como JP Morgan, Bank of America e Goldman Sachs mantêm previsões de crescimento para o valor do barril nos próximos anos (MEREDITH, 2021).

Não existem garantias de que o preço dos combustíveis fósseis se manterá estável em patamares altos até o final da década, estimulando uma vantagem a soluções de energia renovável e eficiência energética. Entretanto, alguns mecanismos mais duradouros como a taxação das emissões de carbono indicam para uma alteração de longo prazo no patamar dos preços experimentados pelo consumidor final. Como exemplo, podemos citar a taxação sobre produtos importados com alta emissão de carbono pela União Europeia, que poderá resultar em uma alta persistente no preço desses produtos (BOSTON CONSULTING GROUP, 2020).

Dessa forma, considerando a correlação entre o preço do barril de petróleo e do investimento em *cleantechs* identificada por Cumming, Henriques e Sadorsky, a situação atual é majoritariamente positiva, mas deve-se sempre manter atenção para eventuais quedas no custo de energia não renovável, e como mitigar seus impactos.

3.5 Conclusão do Capítulo

Para consolidar os resultados da análise dos tópicos anteriores, foi elaborada uma tabela com as principais conclusões. Na terceira coluna é indicado se a conclusão é positiva (+), negativa (-) ou neutra (=) ao se comparar o cenário de 2005 com o de 2021 para investir em *cleantechs*.

Tabela 1 - Conclusões do Capítulo 4

Problema	Aprendizados / Conclusões	+/-/=
1. Dependência em <i>deep tech</i>	Para evitar a formação de um portfólio pouco aderente ao modelo de VC, sugere-se que os investimentos tenham um componente mais forte de soluções de software do que na última onda. Ao investir em empresas de hardware e <i>deep tech</i> , deve-se atentar para a mitigação de riscos tecnológicos o mais cedo possível, com ajuda de especialistas e financiamentos públicos.	=
2. Baixa Liquidez	No passado existiam poucas oportunidades de venda de ações de <i>cleantechs</i> via aquisição da empresa. Atualmente esse cenário mudou e apresenta perspectivas melhores.	+
3. Regulamentações	Em 2005 o mercado de VC estava com altas expectativas para a implementação de novas leis que impulsionariam as <i>cleantechs</i> , no entanto, muitas delas não ocorreram. Em 2021 algumas ações concretas nos EUA e na EU indicam para uma mudança nesse cenário.	+
4. Preço do Petróleo	A queda do preço do petróleo em 2008 teve consequências na viabilidade de muitos projetos de <i>cleantech</i> , que ficaram pouco competitivos. Hoje, o valor do barril se mantém em um patamar mais favorável e com tendências de alta.	+

Fonte: Elaborado pelo Autor

Conclui-se, portanto, que existem bons indicativos para crer que a nova onda de investimentos de Venture Capital em *cleantech* será mais bem sucedida que sua antecessora. Alguns pontos, porém, devem se manter como aprendizados:

- Atenção com o excesso de investimentos em *startups* que se baseiam em tecnologias ainda muito incipientes e de desenvolvimento custoso.
- Atenção à tendência dos preços de produtos tradicionais com alto impacto ambiental (como é o caso do petróleo)

No presente capítulo foi explorada a tese de investimentos em *cleantechs* como um todo, porém, vale lembrar que o foco deste trabalho é o de soluções para a emissão de gases de efeito estufa. Dado isso, existem fatores específicos a este tipo de *startup* que devem ser ressaltados.

Cada vez mais, vemos autoridades afirmando que o processo de precificação de emissões de carbono é inevitável, seja ele formal ou informal (S&P GLOBAL, 2020). Assim como pagamos para que o lixo gerado por empresas e pessoas seja devidamente tratado, alguns defendem que o tratamento do carbono funcionará da mesma forma. A importância dessa mudança fica evidente na carta aos investidores do maior *hedge fund* do mundo, a *Bridgewater Associates*:

"(o carbono) vai se transformar em um *input* importante para a atividade econômica e para entender os *drivers* de uma economia." (RAGAZZI, 2021)

“Assim como o petróleo, o gás, o carvão e outras commodities são inputs de custo comuns que refletem como o crescimento e a inflação estão evoluindo, esperamos que com o tempo muitas empresas tenham que pagar pelo carbono como parte de sua atividade, tornando-o um input de custo essencial para os investidores monitorarem”
(RAGAZZI, 2021)

Com o crescente número de empresas definindo uma data como meta para zerar suas emissões de carbono, um novo mercado terá que ser criado para sustentar essa transição. Hoje, 20% das maiores empresas do mundo e 61% dos países se comprometeram a atingir o chamado *net-zero* (SHETTY, 2021), muito influenciados pelo Acordo de Paris, que definiu que todos os signatários zerassem suas emissões de carbono até 2050.

Diante desse cenário, fica evidente a importância de soluções que ajudem empresas e governos a atingir essas metas. Para aquelas companhias que não fizeram tais compromissos, crescentes pressões de consumidores, investidores e governos também trarão vantagens competitivas para aqueles que menos emitem, tornando assim a proposta de valor das *cleantechs*, algo relevante para quase qualquer organização.

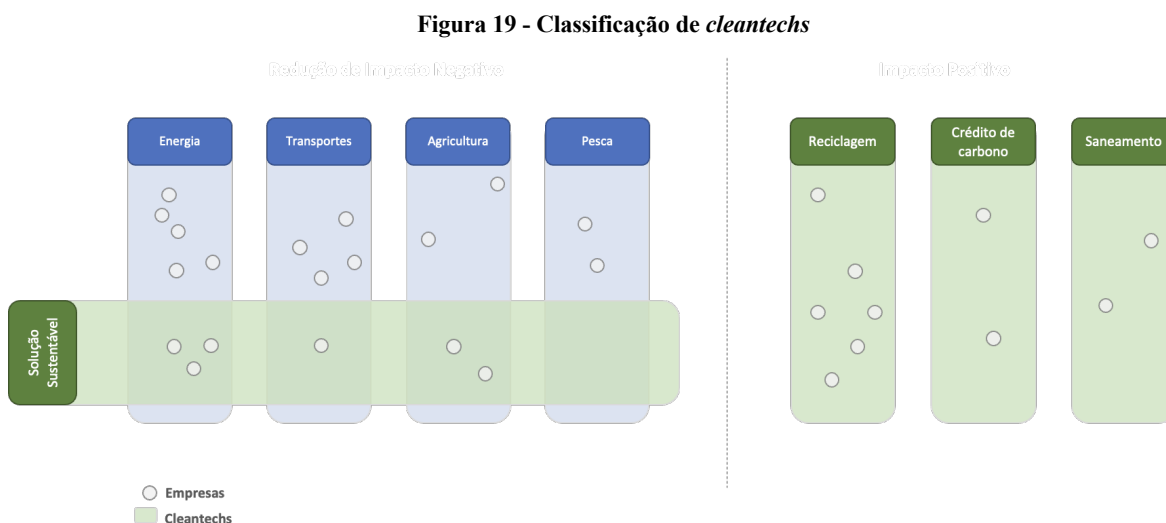
Nos próximos capítulos serão identificadas quais empresas estão melhor posicionadas para se beneficiar da precificação do carbono, seja através da redução de emissões ou da absorção de GHG (*Green House Gases*) da atmosfera.

4 PRIORIZAÇÃO DOS SEGMENTOS A SEREM AVALIADOS

Como explicado no tópico 2.2 deste trabalho, o termo *cleantech* é extremamente amplo, englobando empresas que atuam nos mais diversos setores da economia: da indústria têxtil à automobilística, da produção de energia à agricultura, do transporte à construção civil. Isso faz com que essa classificação seja horizontal, se sobrepondo à divisão tradicional de setores da economia, já que *cleantech* não se refere necessariamente a "o quê" está sendo feito, mas sim a "como" está sendo feito.

Se comparamos, por exemplo, duas empresas do setor de energia, uma *cleantech* e outra tradicional, vemos que para ambas o produto final que entregam aos seus clientes (o "o quê") é o mesmo: energia elétrica. A única coisa que diferencia as duas é o "como" elas chegam nesse produto: uma com painéis solares, e outra com uma usina de carvão, por exemplo.

Vale ressaltar, contudo, que além dessa sobreposição transversal às indústrias, as *cleantechs* também podem representar uma vertical inteira dos setores da economia.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Esse é o caso de indústrias como a da reciclagem e a dos créditos de carbono, nas quais o próprio "o quê" está sendo produzido é intrinsecamente ligado ao tema da sustentabilidade.

Toda essa amplitude do termo *cleantech* evidencia a necessidade de realizar uma priorização de quais verticais da economia serão analisadas com mais profundidade. Para isso, foram definidos dois critérios que guiarão essa escolha:

1. Emissões de gases de efeito estufa do setor
2. Número de *cleantechs* unicórnio no setor

Nas próximas seções deste Trabalho, cada uma dessas métricas receberá a devida atenção, detalhando as características de cada setor quanto aos critérios. Em seguida, esses dados serão unificados em uma matriz de priorização que fornecerá um *ranking* de quais setores são mais relevantes para este estudo.

Antes disso, porém, é necessário explicitar o que foi definido como um "setor" e quais deles foram analisados. A estrutura utilizada foi adaptada da usada pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), o braço de estudos sobre aquecimento global da ONU (Organização das Nações Unidas) (KREY et al., 2015). O IPCC é uma referência global no tema, sendo responsável pela criação dos padrões e regras de contabilização de emissões por setor através do relatório de *Task Force on National Greenhouse Gas Inventories* (TFI) (EGGLESTON, 2006). Os setores selecionados são os seguintes:

1. Energia
2. Transportes
3. AFOLU (*Agriculture, Forestry & Other Land Use*)
4. Indústria de Metais Ferrosos e Não-Ferrosos
5. Indústria de Cimento
6. Indústria Química
7. Resíduos Sólidos
8. Tratamento de Esgoto
9. Residências e Comércio
10. Outras Indústrias

Evidentemente, trata-se de uma divisão da economia com um viés para a análise de problemas ambientais, porém, dado o contexto deste Trabalho faz sentido utilizar esta classificação na priorização setorial. No anexo II do estudo do relatório de IPCC de 2014 podem ser encontrados mais detalhes das atividades englobadas por cada setor (KREY et al., 2015). Porém, optou-se por adicionar uma última indústria que não está explicitada na divisão do IPCC: a de créditos e captura de carbono.

11. Créditos e captura de carbono

O mercado de créditos de carbono se difere dos outros na medida que ao invés de ter efeitos negativos sobre o ambiente, ele captura emissões de GHG com o objetivo de reverter o aquecimento global. Essa característica coloca essa indústria na lista acima, mesmo tendo um tamanho de mercado ainda pequeno, uma vez que seu potencial de crescimento é grande principalmente no contexto de *cleantechs*.

A seguir, é apresentado o aprofundamento sobre os critérios de priorização (emissões e número de unicórnios) e as notas dadas para cada um dos 11 setores.

4.1 Emissões de gases de efeito estufa por setor

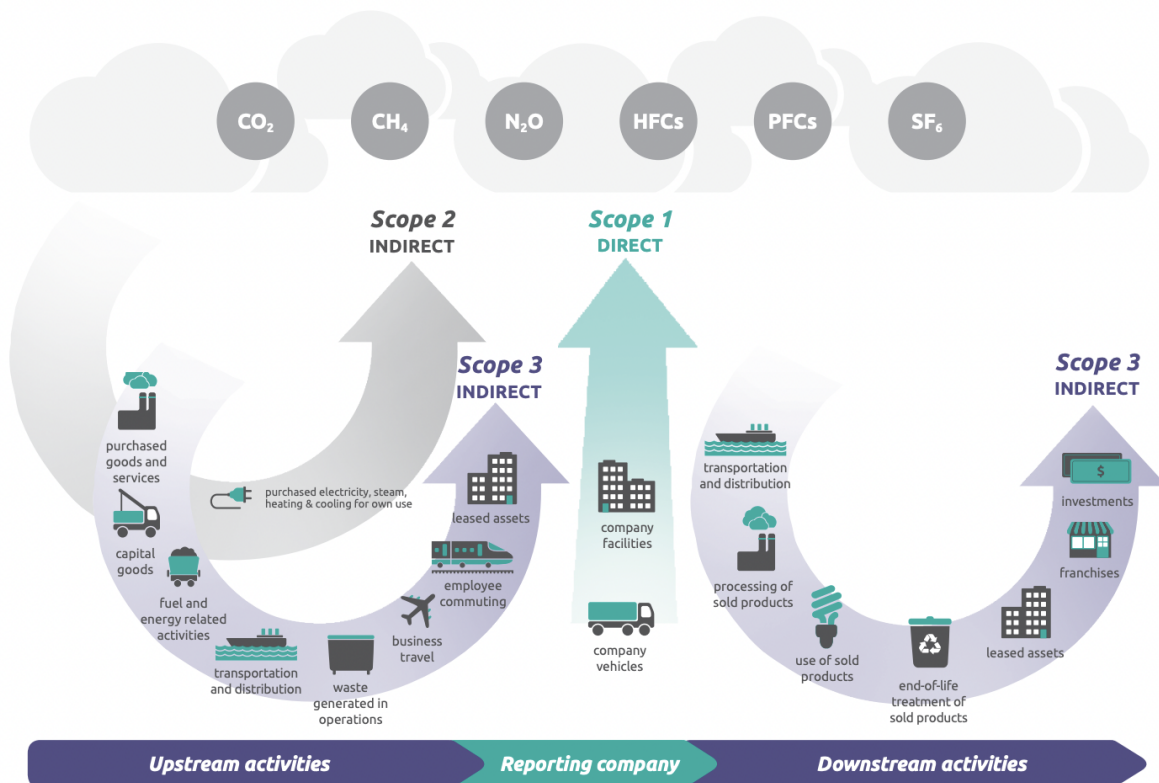
Como já foi comentado anteriormente, uma importante premissa deste trabalho é a de que o carbono será precificado direta ou indiretamente nos próximos anos. A consequência disso é que qualquer redução de emissão de carbono resultará em um ganho econômico associado. O tamanho dessa oportunidade financeira é, portanto, limitado pelo total de gases de efeito estufa que cada setor emite, tornando relevante tomar este como um dos critérios mais importantes na matriz de priorização.

Antes disso, porém, vale revisitar alguns conceitos relacionados à contabilização de emissões de carbono, que podem gerar aparentes divergências entre estudos que levantam a pegada ambiental de empresas.

No contexto de emissão de gases de efeito estufa, nunca existe um único responsável, isso porque a liberação de CO₂ precisa da colaboração de diversos elos de uma cadeia de valor para ocorrer. Tomando como exemplo algo simples como uma lâmpada, para que ocorra emissão, é necessário que quatro agentes colaborem: uma pessoa acenda a luz para iluminar seu quarto, uma empresa venda e transporte lâmpadas, uma empresa fabrique lâmpadas, e, por último uma empresa que queime carvão para gerar energia elétrica. Nessa situação, quem deve contabilizar o impacto ambiental negativo?

Para responder a essa pergunta foi criado o conceito de escopo de emissão, dividido em 1, 2 e 3.

Figura 20 - Escopos de emissão de GHG



Fonte: GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2021

Segundo EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), as definições de cada escopo são as seguintes (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2021):

- **Escopo 1:** Emissões diretas de GHG (*greenhouse gases*) que ocorrem fisicamente em fontes controladas ou pertencentes a uma determinada organização. Exemplos: queima de carvão em uma usina de produção de eletricidade, queima de gás natural em uma indústria siderúrgica, queima de óleo diesel por uma empresa de logística, emissão de metano pelo gado em uma fazenda, etc.
- **Escopo 2:** Emissões indiretas associadas à compra de energia elétrica ou aquecimento. Trata-se da emissão teórica necessária para a produção de uma quantidade de eletricidade usada por uma organização ou indivíduo. Exemplos: uso da carga de um carro elétrico, energia para centros de processamento de dados, funcionamento de máquinas em uma fábrica, etc.
- **Escopo 3:** Emissões indiretas advindas de atividades ocorridas em propriedades que não são pertencentes à organização em questão. Basicamente, são emissões que não se caracterizam nem como escopo 1 nem como escopo 2, porém estão relacionadas à

cadeia de valor do serviço ou produto vendido. Todas as emissões de escopo 3, porém, são sempre emissões de escopo 1 ou 2 de alguma outra entidade. Exemplos: viagens de avião de executivos da empresa, entrega do produto via transportadora, uso dos produtos vendidos, lixo gerado na operação, etc.

Dadas essas informações, optou-se por utilizar o escopo 1 como método de alocação das emissões de gases de efeito estufa, já que é a única forma de identificar todas as emissões globais sem que haja nenhuma dupla contagem, ou sobreposição de contagem. Ou seja, o escopo 1 é o único "mutuamente exclusivo, completamente exaustivo" (MECE), já que o escopo 2 abrange apenas uma parte das emissões (as relacionadas a energia e aquecimento) e o escopo 3 conta cada emissão várias vezes no contexto de empresas diferentes.

Foram analisadas diversas bases de dados diferentes da quebra de emissões de gases de efeito estufa por setor como CAIT, IEA, EDGAR, IPCC e OurWorldInData, optando-se por utilizar o relatório "*Climate Change 2014*" do IPCC (EDENHOFE et al., 2015) como referência. Tal estudo demonstra grande robustez metodológica, focando no escopo 1 das emissões e delimitando criteriosamente a fronteira entre os diversos setores. Além disso, o IPCC é um órgão de grande credibilidade, e seus relatórios servem como base na elaboração de medidas internacionais e locais no combate às mudanças climáticas.

Utilizando o método GWP₁₀₀ de equiparação de potencial de aquecimento de gases, a divisão de emissões em GtCO₂ eq. (gigatoneladas de equivalentes de CO₂) por setor em 2010 foi a seguinte:

Figura 21 - Emissões de GHG por setor



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Edenhofer et al., 2015

Comparando as categorias de emissão, fica clara a predominância de três setores: Energia, Agricultura e Transportes, que juntos representam 73% das emissões globais.

Entre as emissões do setor de Energia, podemos destacar como principais fontes de GHG as seguintes (EDENHOFER et al., 2015):

- Alimentação da rede de distribuição de eletricidade com fontes de energia não renováveis (Carvão, Gás Natural e Petróleo)
- Refinarias de Petróleo

Entre as emissões do setor de Agricultura, Pecuária e uso de terras, podemos destacar como principais fontes de GHG as seguintes (EDENHOFER et al., 2015):

- Queimadas e desmatamento
- Emissões de metano pelo gado
- Fertilizantes
- Queima de combustíveis (tratores, máquinas, barcos, etc.)
- Perda de carbono pelo solo
- Cultivo de arroz (possui alta emissão de metano)

Entre as emissões do setor de Transportes, podemos destacar como principais fontes de GHG as seguintes (EDENHOFER et al., 2015):

- Aviação
- Transporte em rodovias
- Transporte em ferrovias
- Navegação

Contudo, além dos dez setores da Figura 21, não podemos esquecer do décimo primeiro, o de créditos e captura de carbono. Tal segmento não foi retratado no gráfico uma vez que segue uma lógica diferente dos outros. Enquanto outros setores emitem gases poluentes, o mercado de captura de carbono vai na direção contrária, absorvendo gases poluentes da atmosfera. Em 2010, ano ao qual se referem os dados acima, estima-se que foram capturados 0,025 gigatoneladas de CO₂ (ABDULLA, 2021), o que pode parecer um número pequeno comparado à emissão total de 49 GtCO₂. Contudo, com o amadurecimento da tecnologia e encurtamento do prazo para que a humanidade atinja a meta de zero emissões, o IPCC tem destacado o papel fundamental que esse tipo de tecnologia terá, sendo que a necessidade de absorção de CO₂ pode chegar a ~20 Gt até 2060 (ALLEN et al., 2019).

Com esses dados em mãos, os 11 segmentos foram classificados de acordo com seu nível de impacto no quesito de emissão (ou absorção) de gases de efeito estufa. Foi utilizada uma escala de 4 classificações, como descrito na tabela a seguir:

Tabela 2 - Critérios de classificação de impacto para emissão de GHG

Classificação do Impacto	Critério
4 - Muito Alto	Emissões de 15 GtCO ₂ eq. ou mais
3 - Alto	Emissões entre 5 e 15 GtCO ₂ eq.
2 - Médio	Emissões entre 1 e 5 GtCO ₂ eq.
1 - Baixo	Emissões de 1 GtCO ₂ eq. ou menos

Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado da classificação proposta está na tabela a seguir:

Tabela 3 - Notas de impacto para emissão de GHG de cada setor

Setor	Nota
Energia	4
Transportes	3
AFOLU	3
Indústria de Metais Ferrosos e Não-Ferrosos	2
Indústria de Cimento	2
Indústria Química	2
Resíduos Sólidos	1
Tratamento de Esgoto	1
Residências e Comércio	2
Outras Indústrias	1
Crédito e Captura de Carbono	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Devem-se destacar dois comentários sobre a classificação do setor "Outras Indústrias" e do setor "Crédito e Captura de Carbono".

Outras indústrias refere-se a uma série de atividades, como produção de papel e celulose, semicondutores, indústria de alimentos, entre outras. Como individualmente nenhuma dessas possui um impacto muito relevante, optou-se por classificar "Outras Indústrias" como impacto baixo. Já os créditos e captura de carbono, foram classificados como impacto alto, uma vez que tem o potencial de, no futuro, captar quantidades muito relevantes de carbono da atmosfera (ALLEN et al., 2019).

4.2 Número de *cleantechs* unicórnio no setor

Outro critério escolhido para avaliar a relevância de um setor durante a priorização foi o número de empresas que atingiram um valor de mercado de mais de 1 bilhão de dólares. Dentro do mercado de *Venture Capital* esse tipo de *startup* ficou conhecido pelo apelido de "unicórnio" em referência à criatura mística (conhecida por ser muito rara) de mesmo nome. Mais especificamente, unicórnios são startups com capital privado (não listadas em bolsa) que

atingiram um *valuation* de mais de US\$ 1 bilhão. Esse marco simbólico é muito importante para o mundo do empreendedorismo, onde ele é tido como um grande indicativo do "sucesso" da empresa e seus fundadores.

Analisar o número de unicórnios em um setor ajuda a compreender uma série de fatores que juntos produzem um ambiente propício para a criação de *startups* de sucesso, e, por isso, foi adotado como uma medida de priorização. Alguns desses fatores que estão correlacionados à criação de unicórnios são a presença de um mercado suficientemente grande, apetite por investimentos, validação do modelo de negócios, entre outros. No contexto de investimentos na América Latina, procurar estas *startups* bilionárias se torna ainda mais proveitoso, dado o histórico de empresas na região que se inspiraram em modelos já validados e de alto sucesso no exterior (em especial EUA e China), e acabaram por construir localmente empresas de grande valor (CORONEL, 2017).

Em busca dessas histórias recentes de êxito, foi montada uma base de dados de *cleantechs* que atualmente têm o status de "unicórnio". Vale reforçar que esta lista não compreende startups que já foram unicórnios no passado, mas deixaram de ser porque foram listadas na bolsa de valores ou adquiridas. Com esse recorte, é possível ter uma visão mais atual do mercado e uma base de dados mais concisa.

Para montar a lista de *cleantechs* unicórnio foram utilizadas três fontes de dados diferentes, para que se pudesse obter o panorama mais completo possível. Tais fontes são descritas na tabela a seguir:

Tabela 4 - Fontes de dados de *cleantechs* unicórnio

Fonte	Descrição	Número de unicórnios encontrados
Crunchbase	Site de busca e monitoramento de informações sobre empresas públicas e privadas, com foco em <i>startups</i> . https://www.crunchbase.com/	49
Tracxn	Site semelhante ao Crunchbase, com o objetivo de se tornar a maior base de dados para startups https://tracxn.com/	58
HolonIQ	Site de inteligência de dados sobre empresas de impacto social e ambiental. Divulga recorrentemente listas de unicórnios em diversos setores, entre eles, " <i>climate tech</i> ". https://www.holoniq.com/climatetech-unicorns/	29

Fonte: Elaborado pelo autor

Para as bases do Crunchbase e do Tracxn, foram aplicados dois filtros sob a lista total de empresas na plataforma. O primeiro para obter somente empresas classificadas como "*cleantech*", "*climate tech*", "*greentech*", e seus derivados e o segundo para obter apenas empresas classificadas como "unicórnio". Para a base do HolonIQ não foi necessário aplicar nenhum filtro.

As três listas resultantes foram comparadas entre si, e, nos casos de empresas que apareciam em apenas uma das listas, foi feita uma revisão do escopo de suas atividades para determinar se de fato eram *cleantechs*. Essas listas foram então unificadas, obtendo-se um total de 84 empresas com status de unicórnio e um modelo de negócio de impacto ambiental. Os nomes das companhias são os seguintes:

Tabela 5 - Lista de *cleantechs* unicórnio

AddVolt	Indigo	Qingju
AIWAYS	InterEnergy Holdings	Redwood Materials
Apeel	Joby Aviation	ReNew Power Ventures
Archer	JOLED	RenRenChe
Aurora Solar	LanzaTech	Rivian
Beta Technologies	Leapmotor	Rubicon
Bird	Lilium	SES
Bordrin Motors	Lime	Sila Nanotechnologies
Bowery Farming	Lucid	Singulato Motors
Byton	Meicai	SKIO Matrix
CLEAN PLANET	Microvast	Solugen
CSI Solar	Misfits Market	Spiber
Eat Just	Nature's Fynd	Star Charge
Ecoflow	Ninebot	Svolt Energy Technology Co.
ENOVATE	Northvolt	T3 Mobile Travel Services
Enpal	NotCo	TAE Technologies
Faraday Future	Nuro	TBM Japan
Farasis Energy	Nxin	Teld New Energy
Farmers Business Network	Octopus Energy	Tritium
Fisker	Ola Electric	Uplight
Fluence	OVO Energy	Vertiv Co
Gogoro	Perfect Day	View
Greenko Group	Pivot Bio	WM Motor
Grove Collaborative	Plenty	Ynsect
GrubMarket	Polestar	Youxia Motors
Helion	Prometheus Fuels	Zeekr
Impossible Foods	Proterra	Zipline
Inari	Qdama	Zume

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de HolonIQ (2021), Crunchbase (2021) e Tracxn (2021)

Em seguida, classificou-se cada *startup* dentro de algum dos onze setores preestabelecidos, analisando onde se davam os impactos ambientais mais relevantes do modelo de negócio destas empresas. Em alguns casos, uma *startup* pode atuar em mais de um setor, como é o caso de alguns produtores de baterias. Caso essas baterias sejam utilizadas majoritariamente para carros elétricos (como a Svolt Energy Technology), a empresa é classificada no setor de transportes, uma vez que ajuda a reduzir o uso de combustíveis fósseis em veículos. Caso essas baterias sejam utilizadas majoritariamente para o suporte à rede de distribuição elétrica (como a Fluence Energy), a empresa é classificada no setor de energia, uma vez que facilitam a adoção de fontes renováveis de energia intermitentes. A Figura 22 representa os resultados obtidos dessa classificação.

Figura 22 - *Cleantechs* unicórnio por setor

Fonte: Elaborado pelo autor

É importante frisar que os dados apresentados acima são extremamente dinâmicos, e a base de dados rapidamente ficará desatualizada, uma vez que existe um grande fluxo de saída e entrada de *startups*. Saídas quando ocorrem IPOs, aquisições ou até falências e entradas quando novas empresas emergentes obtêm um valor de mercado superior a US\$ 1 bi. Entretanto, espera-se que a proporção aqui demonstrada continue uma boa *proxy* da situação nos próximos anos. Os dados foram atualizados em setembro de 2021.

Comparando as categorias de *cleantechs*, fica clara a predominância de três setores: Energia, Agricultura e Transportes, que juntos representam 88% dos unicórnios. Mesmo assim, nota-se que o setor de Transportes está em outro patamar, contendo o mesmo número de empresas do que os setores de Energia e Agricultura juntos. Isso se deve principalmente à tendência de crescimento de empresas de Veículos Elétricos, o que corresponde a mais da metade dos unicórnios nesse segmento. Alguns outros modelos de negócio que se destacam em transportes são os de micro mobilidade urbana e os de combustíveis limpos.

Já no setor de Energia vemos soluções mais pulverizadas entre estações de armazenagem elétrica, financiamento de instalação de energia solar, produção de energia limpa, tecnologia nuclear, entre outros.

Para a Agricultura (AFOLU), vemos um grande número de unicórnios que produzem alimentos *plant-based* (i.e. produtos à base de vegetais que imitam o gosto e textura de alimentos à base animal). Essa tendência é incentivada por eventos de liquidez recentes como o IPO da Oatly e da Beyond Meat. Contudo, também existem outros modelos que merecem destaque, como o de redução de desperdício de alimentos, fazendas verticais, e softwares de gestão da cadeia de suprimentos.

Dados os resultados obtidos, optou-se novamente por categorizar os setores em quatro seções: grande número de unicórnios, médio número de unicórnios, baixo número de unicórnios e nenhum unicórnio:

Tabela 6 - Critérios de classificação de número de unicórnios

Classificação do número de unicórnios	Critério
4 - Grande número de unicórnios	30 ou mais unicórnios
3 - Médio número de unicórnios	10 a 30 unicórnios
2 - Baixo número de unicórnios	1 a 10 unicórnios
1 - Nenhum unicórnio	0 unicórnios

Fonte: Elaborado pelo autor

Se adotarmos a proposta de classificação acima, os setores ficam classificados como proposto na tabela a seguir:

Tabela 7 - Notas para o número de unicórnios de cada setor

Setor	Nota
Energia	3
Transportes	4
AFOLU	3
Indústria de Metais Ferrosos e Não-Ferrosos	1
Indústria de Cimento	1
Indústria Química	1
Resíduos Sólidos	2
Tratamento de Esgoto	1
Residências e Comércio	2
Outras Indústrias	2
Crédito e Captura de Carbono	2

Fonte: Elaborado pelo autor

Novamente, assim como para emissões de GHG (*greenhouse gases*) os setores de destaque foram o de energia, transportes e agricultura (AFOLU), aumentando sua liderança sobre os outros grupos.

4.3 Matriz de Priorização

Com o objetivo de montar um *ranking* que servirá de base para a escolha dos setores que serão aprofundados, elaborou-se uma matriz de priorização. Ela recebe como *inputs* as notas dadas nas seções anteriores (dispostas nas tabelas X, Y e Z), e os pesos atribuídos para cada critério.

- Critério 1: Emissões de GHG - peso 3
- Critério 2: Número de Unicórnios - peso 2

A nota final de cada setor é definida pela seguinte fórmula:

$$F_i = \sum_1^M N_{ij} \cdot P_j$$

F_i = Nota Final do setor i

M = Número de critérios

N_{ij} = Nota do setor i no critério j

P_j = Peso do critério j

Tabela 8 - Matriz de priorização de setores

Peso	2	3	
Setor	Nota - número de unicórnios	Nota - emissões de GHG	Nota Final
Energia	3	4	18
Transportes	4	3	17
Crédito e Captura de Carbono	2	4	16
AFOLU	3	3	15
Residências e Comércio	2	2	10
Indústria de Metais Ferrosos e Não-Ferrosos	1	2	8
Indústria de Cimento	1	2	8
Indústria Química	1	2	8
Resíduos Sólidos	2	1	7
Outras Indústrias	2	1	7
Tratamento de Esgoto	1	1	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Dos onze setores mapeados inicialmente, optou-se por priorizar apenas quatro. Estes estão destacados na tabela com suas respectivas notas em vermelho, e são justamente as quatro maiores pontuações. Fica assim definido que no próximo capítulo abordaremos os setores de Transportes, Energia e Créditos de Carbono com mais profundidade.

Para tais setores, primeiramente será traçado um panorama geral em termos de definição, tamanho de mercado, crescimento e contexto histórico. Em seguida, será apresentado um *idea maze* do segmento, sempre sob a ótica de soluções para a emissão de gases de efeito estufa. E por último, os principais *players* do mercado (tanto os maiores quanto os mais promissores) são listados e divididos em grupos conforme seus modelos de atuação.

Essa abordagem possibilitará o levantamento de possíveis oportunidades de investimento em *startups* existentes, bem como a identificação de modelos de negócio que ainda não existem na América Latina, mas possivelmente serão explorados nas próximas décadas.

5 AVALIAÇÃO DOS SEGMENTOS

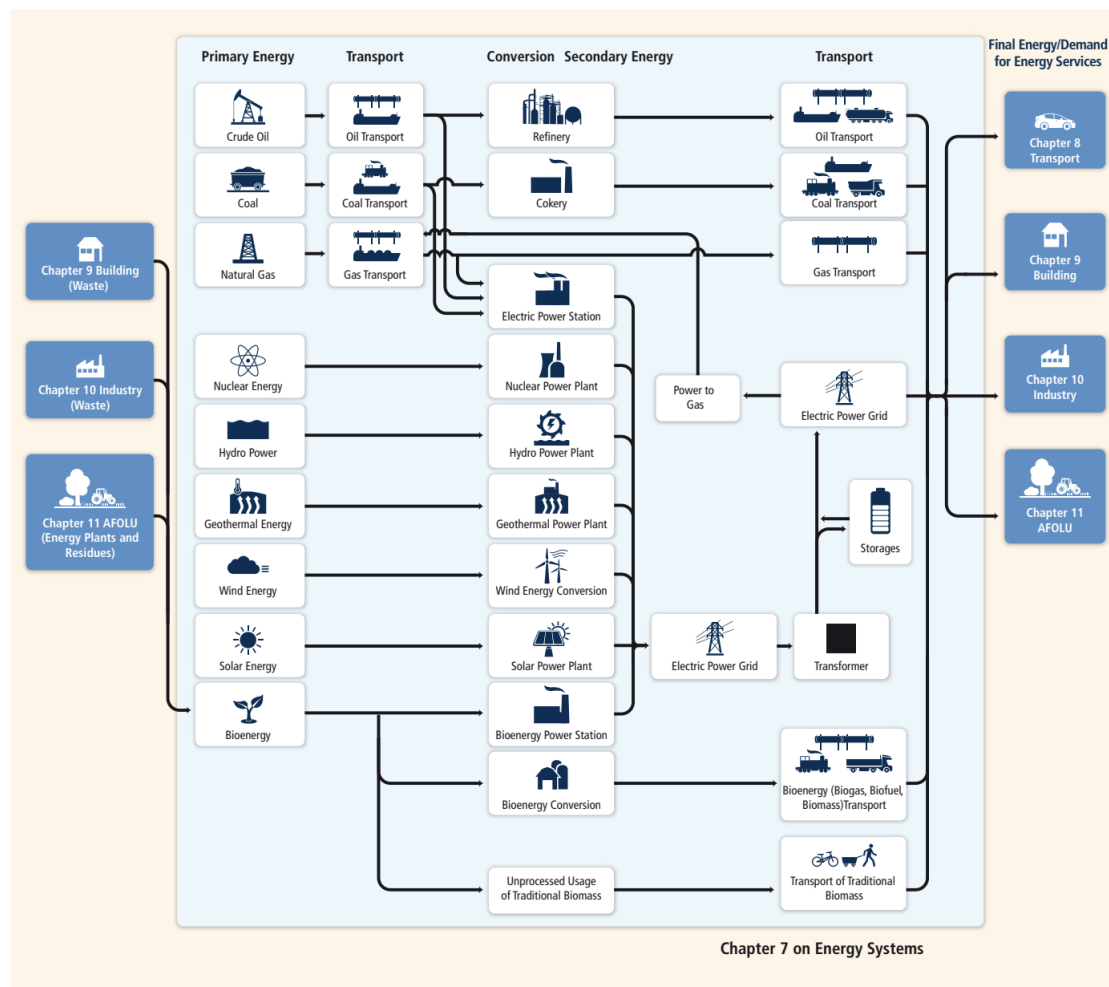
Com base nos critérios de avaliação explicados no capítulo anterior, definiu-se que os setores priorizados seriam Energia, Transportes e Créditos e Captura de Carbono. Para cada um deles serão realizadas quatro etapas: a definição do escopo, a elaboração do *idea maze*, a discussão dos modelos de negócio e uma breve conclusão.

5.1 Energia

5.1.1 Definição

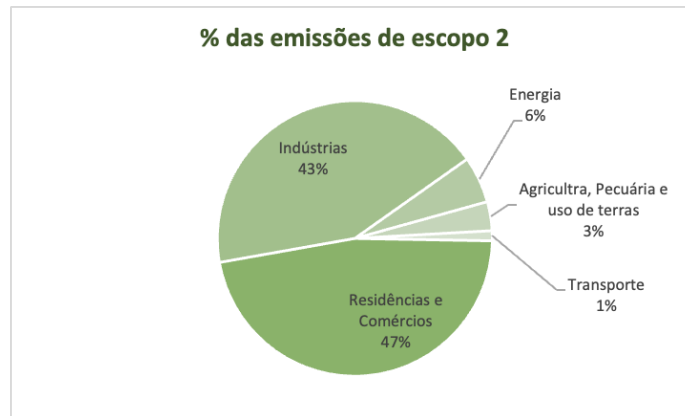
O primeiro passo para a elaboração de uma tese de investimentos em *cleantechs* do setor de energia, é entender o que se entende por "setor de energia". No início do capítulo 5, foi descrita a metodologia de segmentação de mercados utilizada, no caso, a mesma que rege o relatório de mudanças climáticas de Edenhofer et al. (2015). Para tal relatório, a definição de energia compreende "todas as atividades de extração, conversão, armazenamento, transmissão e distribuição de energia para os setores de uso final" em tradução livre. Mais especificamente, estão inclusos neste setor processos de geração e distribuição de energia elétrica (como usinas termelétricas e eólicas) e processos de preparo de fontes de energia que outras empresas consomem (como o refino de petróleo e carvão). Vale frisar que atividades como a combustão de combustíveis fósseis em veículos e em indústrias não estão inclusos no setor de energia, mas sim nos setores de transporte e indústria, respectivamente. A seguir é disposta uma representação ilustrativa desta delimitação setorial.

Figura 23 - Delimitações do setor de energia



Fonte: Energy Systems. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014

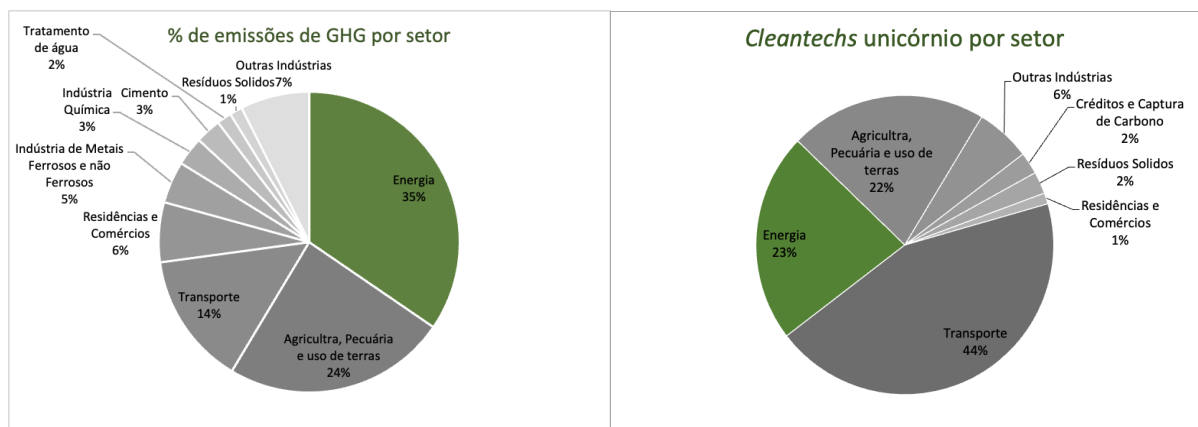
Quando foram avaliados os modelos de negócio de *cleantechs* que reduzem as emissões de GHG, especialmente dentro do contexto da eletricidade, considerou-se tanto o escopo 1 de emissão quanto o escopo 2. Isso significa que tanto soluções que reduzem o consumo de energia (escopo 2) quanto soluções que tornam as fontes elétricas mais sustentáveis (escopo 1) foram consideradas. Por esse motivo, torna-se importante buscar entender em que indústrias ocorrem essas emissões de escopo 2, para verificar que tipo de soluções são mais críticas. No gráfico a seguir podemos ver essa divisão.

Figura 24 - Divisão das emissões de escopo 2

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Edenhofer et al. (2015)

O consumo de energia elétrica se dá principalmente em fábricas, residências e comércios (juntos correspondendo a 90% do consumo), de forma relativamente distribuída. Espera-se, portanto, que as soluções de eficiência energética também se concentrem nessas categorias, para que possam atacar a maior fatia do problema.

O setor de energia é de extrema importância para o tema do combate ao aquecimento global, dado que é responsável por mais de um terço das emissões de gases de efeito estufa, ocupando a posição de maior poluidor dentre os setores da economia.

Figura 25 - Emissões e unicórnios no setor de energia

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Edenhofer et al. (2015), Tracxn (2021), Crunchbase (2021) e HolonIQ (2021)

Além disso, dos 84 unicórnios *cleantech* identificados, 19 estão dentro da categoria de energia.

Do ponto de vista de tamanho de mercado, hoje, o mundo consome aproximadamente 9938 Mtoe (*Million tons of oil equivalent* ou Milhões de toneladas equivalentes de petróleo) de

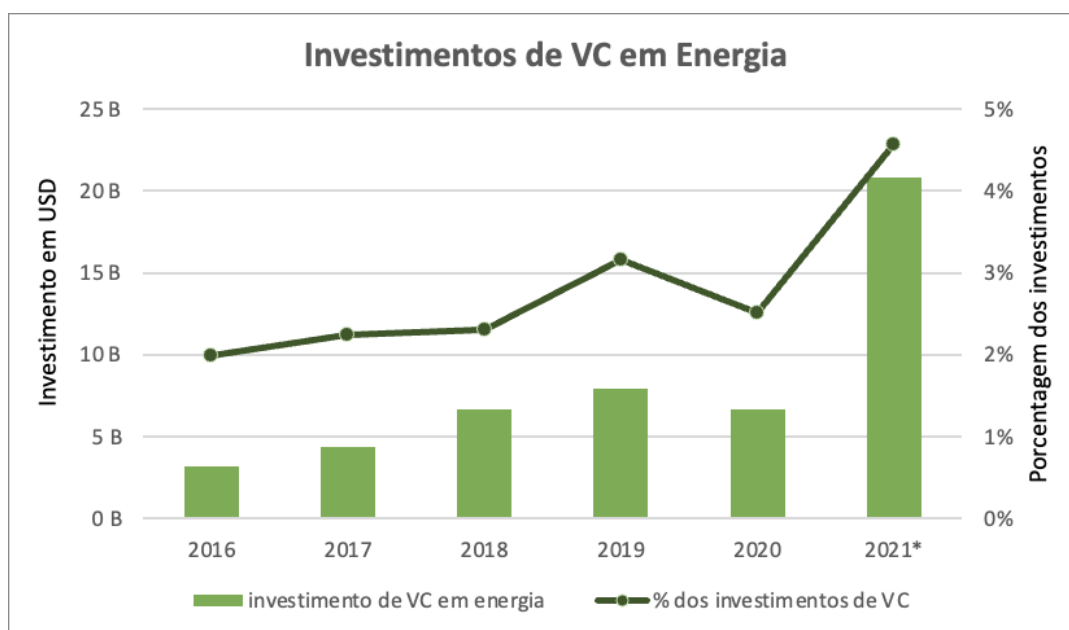
energia por ano (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020), sendo que apenas o mercado de energia renovável já é avaliado em 882 bilhões de dólares, com um crescimento anual de 8,4% (GLOBENEWSWIRE, 2021).

A atratividade financeira deste setor cria um ambiente de grande fluxo de capital para novos investimentos. Segundo a International Energy Agency (2021), estima-se que em 2021 será retomado o patamar pré-pandêmico de investimento em energia, atingindo um total de 1,9 trilhões de dólares por ano. Dentro dos aportes na criação de novas plantas de geração de eletricidade (US\$ 530 bi), 70% são feitos em fontes renováveis.

Mesmo com todo esse investimento em energia limpa, o aumento da demanda por eletricidade e o preço do carvão geraram crises energéticas catastróficas em 2021, como é o caso dos apagões ocorridos na China após a retomada da economia (JORNAL NACIONAL, 2021). Sem a intensificação do investimento na produção e gestão de energia, esses problemas podem se tornar mais frequentes, e para que isso seja feito ao mesmo tempo que as emissões de CO_2 são reduzidas, as *cleantechs* serão essenciais. No ritmo atual, as fontes renováveis só estão absorvendo metade do aumento de demanda por energia, de forma que continuamos a bater recordes históricos de emissão atrelados à produção elétrica (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2021).

Contudo, o investimento de Venture Capital em *startups* de energia tem reagido, e analisando a base de dados do Crunchbase, já são mais de 20 bilhões de dólares aportados em 2021, em comparação a 3 bilhões em 2016 (CRUNCHBASE, 2021). Talvez mais importante ainda do que isso é notar a tendência de crescimento da porcentagem de VC que está sendo alocado em energia (i.e. investimentos em energia sobre investimentos totais), demonstrando uma mudança no comportamento dos fundos. O que em 2016 era apenas 2% da alocação de capital, em 2021 já é 4,6%, mais do que o dobro (CRUNCHBASE, 2021).

Figura 26 - Investimentos de Venture Capital em startups de energia



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase em 31/10/21

Nesse contexto, o próximo passo será compreender os diversos modelos de negócio de *cleantechs* de energia que fundos de VC têm apoiado, e mapear as *startups* que estão liderando este movimento. Na próxima seção, isso será feito através da técnica do *idea maze*, proposta por Balaji S. Srinivasan e explicada no capítulo 2.4.

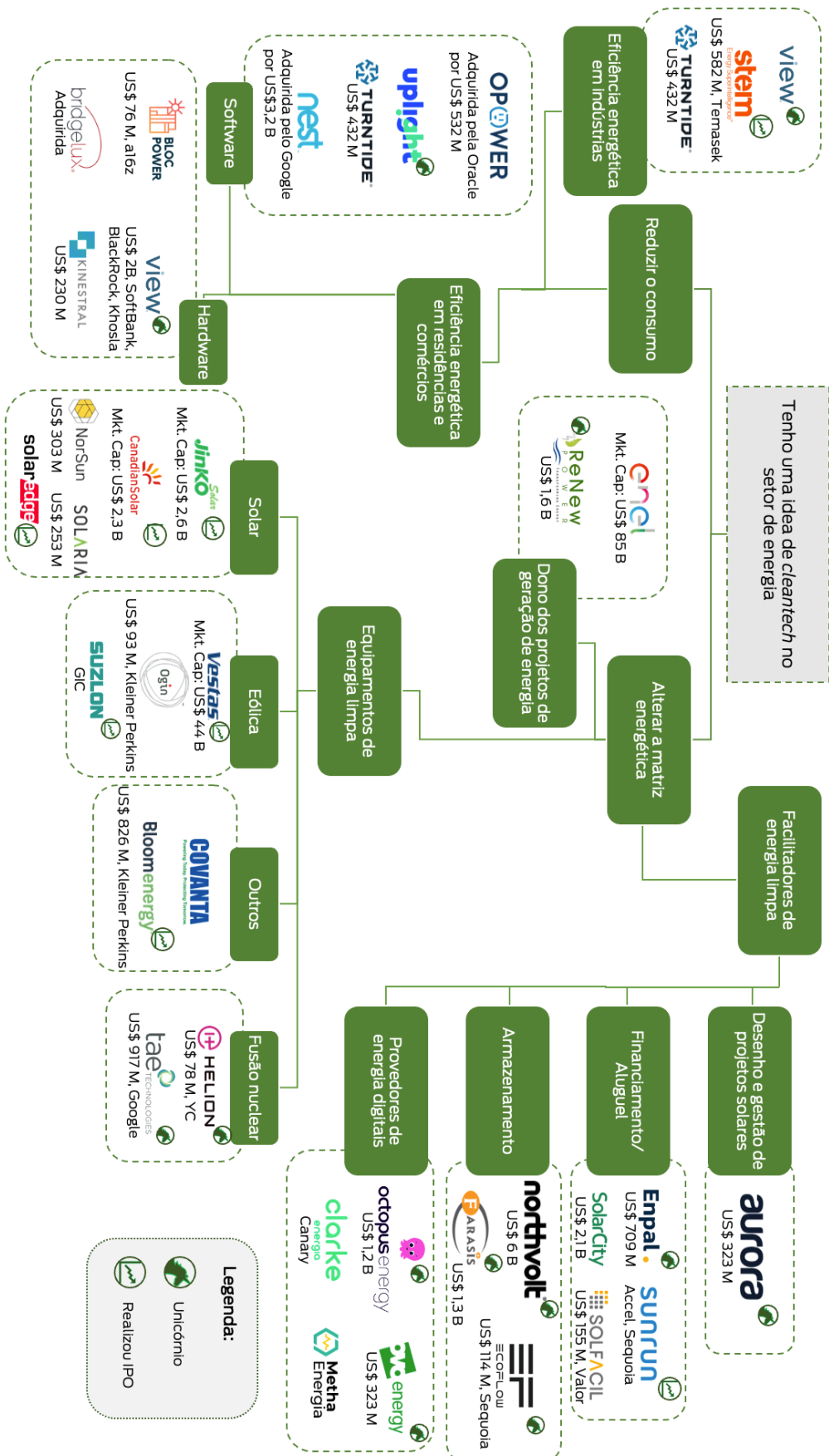
5.1.2 Idea Maze

No *idea maze* abaixo, está representado um mapa dos principais modelos de negócio dentro do setor de transportes. Ele conta com os logos tanto de empresas internacionais que já obtiveram grande sucesso de captação de recursos, como de empresas menores, com potencial de crescimento e muitas vezes sediadas na América Latina.

Abaixo dos logos, estão indicados o total de investimentos de *Venture Capital* recebidos pela empresa, e, ao seu lado, o nome de alguns fundos famosos que fizeram esses aportes. Nos casos em que o montante escrito abaixo do logo não é o total de investimentos recebidos, está identificado o que esse número representa, seja valuation ou capitalização de mercado (*mkt. cap.*).

Ao lado das empresas pode haver um símbolo com o formato de um unicórnio, representando que a *startup* é, atualmente, um unicórnio, ou então um formato de gráfico, representando que a companhia foi listada na bolsa de valores.

Figura 27 - Idea Maze do setor de energia



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase e Tracxn

5.1.3 Principais Modelos de Negócio

Dentre os modelos de negócio identificados no *idea maze*, alguns foram selecionados para uma inspeção mais detalhada. Essa análise é composta de três partes: definição, exemplos, *exits* e viabilidade na América Latina.

5.1.3.1 Financiamento/Aluguel

A partir do momento em que se tornou viável economicamente a instalação de painéis solares em residências, uma série de empresas passaram a financiar esses projetos. Além dos próprios bancos, algumas *startups* nasceram para solucionar a dor de um investimento que é grande demais para caber no bolso da maioria das famílias, porém traz vantagens econômicas e ambientais no longo prazo. Isso pode ser feito tanto com financiamentos mais tradicionais, quanto através de um *leasing*, em que o consumidor paga uma espécie de aluguel pelo sistema de geração de energia solar.

Na base de dados de unicórnios, uma empresa com esse modelo de negócio foi encontrada, a Enpal. Essa *startup* recebeu até hoje aproximadamente US\$ 709 M de investimento (CRUNCHBASE, 2021), tornando-se uma das líderes no financiamento de painéis solares da Alemanha.

Contudo, antes disso já existiram vários casos de outras *startups* bem sucedidas em suas jornadas neste espaço. Destacam-se a SolarCity, Sunrun e Sunnova, todas sediadas nos Estados Unidos. A SolarCity, fundada em 2006 pelos irmãos Rive, realizava a instalação e o *leasing* das placas solares, e tornou-se uma das pioneiras do setor. Em 2012 foi listada na bolsa de valores e em 2016 foi adquirida pela Tesla por 2,6 bilhões de dólares.

Já a Sunrun também obteve muito sucesso em sua trajetória, contando com investimentos de dois tradicionais fundos de Venture Capital: Sequoia e Accel. Fundada em 2007, em 2015 realizou seu IPO a um valor de mercado de US\$ 1,4 bi.

Ao avaliarmos esse modelo de negócio em regiões menos desenvolvidas como a América Latina, nota-se que o mercado ainda está amadurecendo, porém já conta com empresas bem posicionadas para atacar a oportunidade. Este é o caso da Solfácil, empresa do politécnico Fabio Carrara que já conta com US\$ 155 M de investimentos para trazer mais energia limpa aos lares brasileiros. A Solfácil foi fundada em 2018.

Conclui-se que o modelo de financiamento de projetos de energia solar para residências é uma oportunidade de investimento promissora na região da América Latina, e mesmo que já existam grandes *players* capitalizados no Brasil como o Banco Votorantim e a Solfácil, nos países adjacentes a disputa está só começando.

Algumas *startups* com esse modelo de negócio que devem ser monitoradas: Solfácil, Girasol, Bright, Solsta, Ingenerin, Sunvana e Unergy.

5.1.3.2 Armazenamento

Um problema comum das fontes de energia renovável é sua natureza intermitente. Tanto o sol quanto o vento são periódicos, enquanto o consumo de energia não segue o mesmo padrão. Essa situação aponta para a necessidade de armazenar energia de forma eficiente para compensar esses momentos de ausência de fornecimento, tanto a nível residencial quanto a nível da rede elétrica como um todo.

Recentemente, algumas empresas têm atingido o status de unicórnio através do desenvolvimento de tecnologias de hardware de baterias. Na base de dados deste Trabalho podemos citar Northvolt, Ecoflow, Farasis, Fluence, Redwood Materials e Sila Nanotechnologies. A Northvolt é um caso que se destaca, uma vez que a empresa sueca fundada em 2016 já levantou US\$ 6 bilhões em financiamento.

Um caso de sucesso no mercado de armazenamento de energia é a QuantumScape, investida de nomes de peso como Khosla Ventures, Breakthrough Energy, Bill Gates, entre outros. A empresa foi adquirida em 2020 por um SPAC a um valuation de 3,3 bilhões de dólares (KOROSEC, 2020).

No contexto brasileiro, as perspectivas para realizar investimentos de Venture Capital em *startups* que produzem sistemas de armazenamento de energia não são tão positivas. Além de o país não ter uma tradição no desenvolvimento de baterias, nota-se que, em geral, as *startups* citadas têm pouco envolvimento de firmas de Venture Capital. Como foi explicado no capítulo 2, isso pode ter uma relação com a menor aderência de *startups* de hardware e *deep tech* com o modelo atual de VC.

5.1.3.3 Provedores de Energia Digitais

Outro tipo de negócio que tem chamado atenção dos investidores é o de provedores digitais de energia renovável. Esse modelo se aproveita da tendência de produção de energia

renovável de forma descentralizada, e realiza a compra e revenda de energia para seus clientes, oferecendo taxas menores e mais transparentes, ao mesmo tempo que garante que sua origem é sustentável .

Na lista de unicórnios, constam duas empresas britânicas de provedores de energia, a Octopus Energy e a OVO Energy. A primeira foi a *startup* de impacto que recebeu mais investimentos no Reino Unido em 2020 (PRIVATE EQUITY WIRE, 2021). Juntas elas já levantaram aproximadamente 1,5 bilhões de dólares.

Nos Estados Unidos também vemos movimentos relevantes como a aquisição da Inspire pela Shell (SHELL, 2021) dois anos após sua criação, e a última rodada de investimentos de US\$ 100 M na Arcadia, em um aporte liderado pela Tiger Global Management.

Contudo, vale ressaltar que a viabilidade desse modelo de negócios é altamente dependente de questões regulatórias do setor de energia, e, por isso, desfruta de níveis de sucesso muito diferentes dependendo do país. Hoje no Brasil, apenas empresas grandes e médias que consomem mais de R\$ 50 mil em energia por mês têm o direito de escolher seu fornecedor (CORREIO BRAZILIENSE, 2021), o que impossibilitaria criar uma empresa como a Octopus Energy. A *startup* Clarke Energia, recentemente investida pela Canary, quer mudar essa realidade, e está agrupando pequenas empresas para que elas possam juntas atingir um consumo mensal que dá direto a escolha de fornecedor.

Além disso, o Projeto de Lei do Mercado Livre (PL 414/2021) quer mudar essa regra, estendendo o acesso ao mercado livre de energia para qualquer residência, o que poderá criar um ambiente interessante para novos fornecedores de energia como a Octopus e a OVO. Nesse sentido, trata-se de um mercado com bom potencial de investimentos nos próximos anos no Brasil, à medida que as regulamentações avançam e se modernizam.

Outra forma de solucionar esse problema na realidade brasileira é a geração distribuída de energia, conforme definida pela ANEEL (2015). Através desse mecanismo, um grupo de consumidores pode se unir formando um consórcio e gerando sua própria energia renovável, que será fornecida à rede de distribuição local. Esse processo gera "créditos de energia", que poderão ser usados como forma de pagamento da conta de luz desses consumidores. A *startup* mineira Metha Energia tem feito um bom trabalho se alavancando nessa regulamentação para criar um modelo de negócio parecido ao da Octopus e da OVO.

Algumas *startups* da América Latina com esse modelo de negócio que devem ser monitoradas: Clarke Energia, Metha Energia e Fohat

5.1.3.4 Energia de Fusão Nuclear

Existem diversas fontes de energia limpa que poderiam ser abordadas neste capítulo, seja ela eólica, hidrelétrica, solar, geotérmica ou até maremotriz. Mas no contexto de *startups*, um tipo de matriz energética tem se destacado por seu grande potencial transformador.

A fusão nuclear é uma técnica que tenta copiar o princípio de geração de energia das estrelas (como o Sol) e replicar isso em menor escala. É como tentar criar um pequeno Sol e encapsula-lo para captar sua energia. Não se deve confundi-la com a *fissão* nuclear, que é utilizada em larga escala nos reatores nucleares tradicionais. Enquanto a *fissão* quebra um átomo em dois, a *fusão* colide dois átomos para formar um só.

Dentre os unicórnios da base de dados, dois estão desenvolvendo essa tecnologia, a Helion (investida pela Y Combinator e pela NASA) e a TAE Technologies (com aproximadamente US\$ 1 bilhão em investimentos). Além disso, outra *startup* que está desenvolvendo uma nova fonte inovadora de energia é a japonesa CLEAN PLANET, com uma tecnologia que chama de Quantum Hydrogen Energy (QHe).

Devido à dificuldade de desenvolver um reator de fusão nuclear que gera mais energia do que consome, até hoje não houveram grandes casos de *exits*, seja via aquisição ou via IPO, mas o número de projetos promissores nesse espaço tem crescido muito. Além das três *startups* já mencionadas, outra muito intrigante é a CFS, uma *spinoff* do MIT que alega estar próxima da viabilidade técnica (CORREIO BRAZILIENSE, 2021).

Na América Latina, a realidade da fusão nuclear está ainda mais distante. Tirando o Instituto de Tecnologia da Costa Rica, ainda existe muito pouca infraestrutura para estudar esse fenômeno na região (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2018). Além disso, o futuro ainda é muito incerto, e espera-se que a comercialização desse tipo de tecnologia ainda vá demorar várias décadas.

As *startups* de fusão nuclear são um exemplo típico de *deep tech*, onde o sucesso da empresa depende das descobertas científicas realizadas pelo seu time. Como explicado anteriormente, neste trabalho optou-se por tomar uma posição conservadora quanto às *deep techs*, dada a experiência de investimentos do período de 2005 a 2011.

5.1.3.5 Desenvolvedor de projetos de energia renovável

Algumas *cleantechs* exploram outra forma de aumentar o uso de energia renovável, construindo elas mesmas as "fazendas" eólicas e solares. Os desenvolvedores de projetos de energia renovável são aqueles que desenham e implementam os projetos de engenharia de

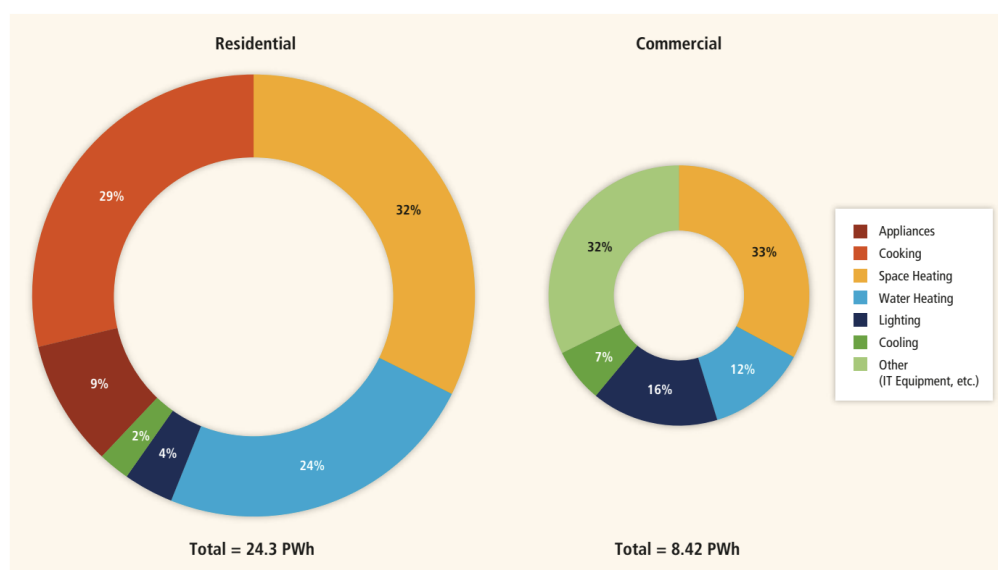
enormes sistemas de geração de energia limpa. Neste Trabalho não exploraremos em profundidade esse tipo de negócio, uma vez que têm um *fit* baixo com o modelo de *startups* e *Venture Capital*, sendo historicamente realizado com a ajuda de outros tipos de capital, geralmente vindo de *Private Equity*. Uma gestora muito ativa nesse espaço é o Pátria Investimentos, que recentemente têm investido bilhões para montar fazendas solares (ROCHA, 2021)

5.1.3.6 Software de eficiência energética

Até agora, os cinco modelos de negócio que vimos eram ligados à substituição das fontes de energia poluidoras por outras alternativas mais sustentáveis. Porém, outra forma de reduzir as emissões de carbono é simplesmente reduzindo o consumo de energia elétrica. Assim, algumas *startups* têm atacado esse problema através de *softwares* ou *hardwares* que aumentam a eficiência energética das famílias e empresas.

Como vimos na Figura 24, o consumo elétrico está basicamente dividido em dois, metade sendo consumido por indústrias e metade consumido por comércios e residências. Se analisarmos a utilização da energia especificamente em residências e comércios, nota-se a seguinte distribuição:

Figura 28 - Distribuição do consumo de energia em residências e comércios



Fonte: Buildings. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014

O gráfico acima possibilita concluir que a maior parte da energia está sendo gasta com aquecimento, seja ele da água, do ar, ou até de alimentos.

Interessantemente, após uma análise das principais *startups* de eficiência energética, notou-se que uma grande parte delas ataca justamente o problema que está no topo do ranking de consumo de energia: gestão da temperatura de ambientes. Para isso, existem soluções de *hardware* e *software*. Em *hardware*, podemos citar janelas inteligentes como as da View e da Kinestral, e termostatos elétricos eficientes da Bloc Power. Em *software* podemos citar a gestão adaptativa de termostado realizada pela Nest ou até os alertas e relatórios de uso da Uplight. Como o foco deste trabalho tem sido direcionado a soluções de *software* altamente escaláveis, serão levantados alguns casos de empresas com esse modelo de atuação.

A Nest foi um dos maiores casos de sucesso da história do segmento de *cleantechs*, sendo adquirida pelo Google por 3,2 bilhões de dólares quatro anos após sua formação em 2010. O segredo da empresa estava em um *software* de controle de termostato que aprendia com os hábitos dos consumidores para deixar a temperatura ambiente da casa sempre agradável ao mesmo tempo que economizava energia. Outro modelo relevante é o da Uplight e da Opower (adquirida pela Oracle), o que se chama de "*behavioral energy efficiency*". Trata-se do acompanhamento dos dados de consumo de um estabelecimento, gerando relatórios e alertas que ajudam o consumidor a ser mais eficiente no uso de energia.

Olhando para o contexto brasileiro, a oportunidade de sistemas de gestão de termostato não é tão grande, dado o clima mais quente do país quando comparado à Europa e aos Estados Unidos. Já o tema de "*behavioral energy efficiency*" pode ter uma tração maior, e ainda são poucas as *startups* que fazem isso no Brasil.

Algumas *startups* da América Latina com esse modelo de negócio que devem ser monitoradas: Diel Energia, Dayback, CLIMO, Zane, GreenAnt, WeHaus, Virdis Energy Solutions, DemandaWeb, Onegrid, ProHound e ESCOGE

Voltando à imagem 27, outros espaços que ainda precisam ser endereçados e podem ser boas oportunidades de investimento são os de resfriamento de ambientes, aquecimento de água e culinária.

5.1.4 Revisão

Para concluir a análise de *cleantechs* dentro do setor de energia, neste tópico será feito um breve resumo das informações levantadas até agora, em três etapas. A primeira será indicar de forma explícita quais dos modelos de negócio do tópico 5.1.3 foram selecionados como mais

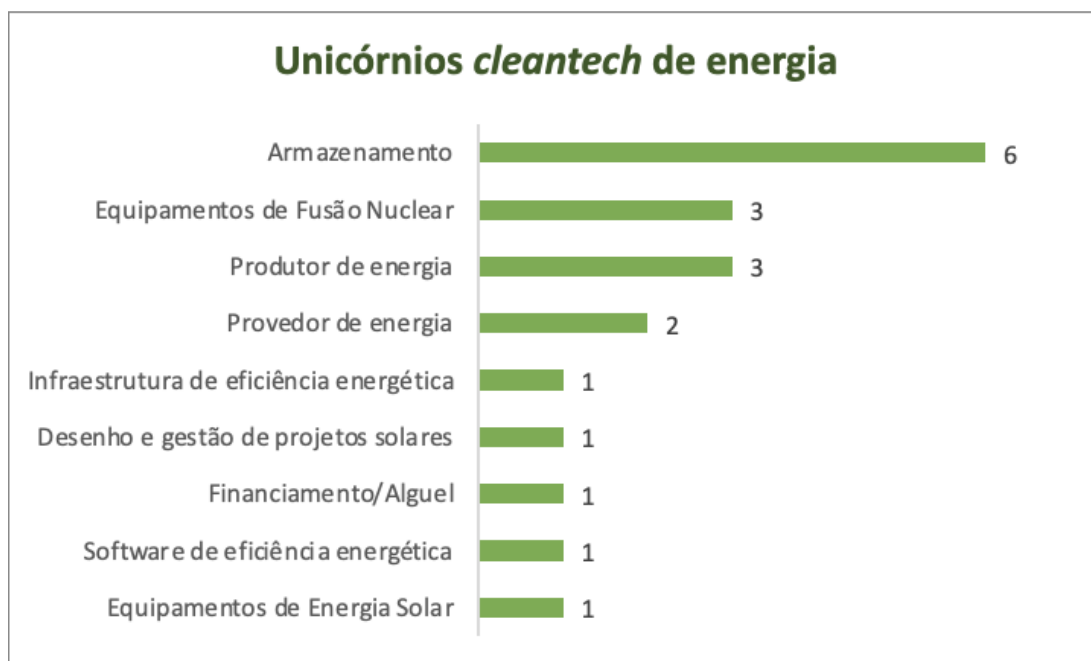
promissores no contexto da *Brasil Ventures*. A segunda será classificar os unicórnios da base de dados quanto a seus modelos de negócio. Por último, os unicórnios serão classificados quanto ao tipo da solução, ou seja, se trata-se de um *hardware*, *software*, *deep tech*, ou outro.

Dentre os grupos de soluções estudados, 3 foram priorizados:

1. Financiamento / Aluguel de projetos residenciais de energia renovável. Empresas a serem monitoradas: Solfácil, Red Girasol, Bright, Solsta, Ingenerin, Sunvana e Unergy
2. Provedores de energia digitais. Empresas a serem monitoradas: Clarke Energia, Metha Energia e Fohat
3. Software de gestão de temperatura ambiente e eficiência energética. Empresas a serem monitoradas: Diel Energia, Dayback, CLIMO, Zane, GreenAnt, WeHaus, Virdis Energy Solutions, DemandaWeb, Onegrid, ProHound e ESCOGE

Já na base de dados de unicórnios que foi levantada no capítulo 4.2, a distribuição por modelo de negócio foi a seguinte:

Figura 29 - Distribuição por modelo de negócio dos unicórnios *cleantech* de energia



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

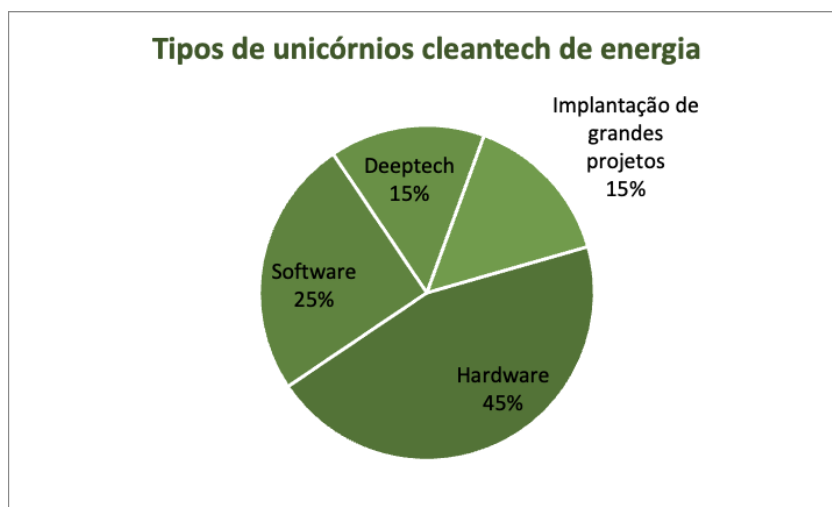
Nota-se uma atual predominância de empresas que desenvolvem baterias dentre os unicórnios. Enquanto isso, o modelo de financiamento e aluguel de projetos de energia para residência só apresenta um unicórnio no momento, uma vez que as maiores *startups* já realizaram seu IPO.

Finalmente, realizou-se uma classificação dos unicórnios quanto ao tipo de solução. Adotou-se a mesma classificação realizada no *paper* de Gaddy, Sivaram e O’Sullivan (2016). Nele, são descritas as seguintes categorias:

- Empresas desenvolvendo novos processos, materiais e produtos químicos - aqui consideradas *deep techs*.
- Integração de *hardware* - empresas que juntam componentes de hardware já existentes para criar um novo produto
- Cleantech de *software* - empresas como a Nest ou a Opower que se alavancam em *software* para reduzir as emissões humanas
- Implementação de grandes projetos - empresas que buscam um grande financiamento para criar grandes projetos baseados em tecnologias já provadas, como é o caso de fazendas eólicas ou solares
- Outros

Como resultado, encontrou-se a seguinte distribuição:

Figura 30 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios *cleantech* de energia



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

Como vemos, a alta dependência de *hardware* dos unicórnios de energia, se dá principalmente como consequência do grande número de empresas de armazenamento de eletricidade - que são companhias basicamente de *hardware*.

5.2 Transportes

5.2.1 Definições

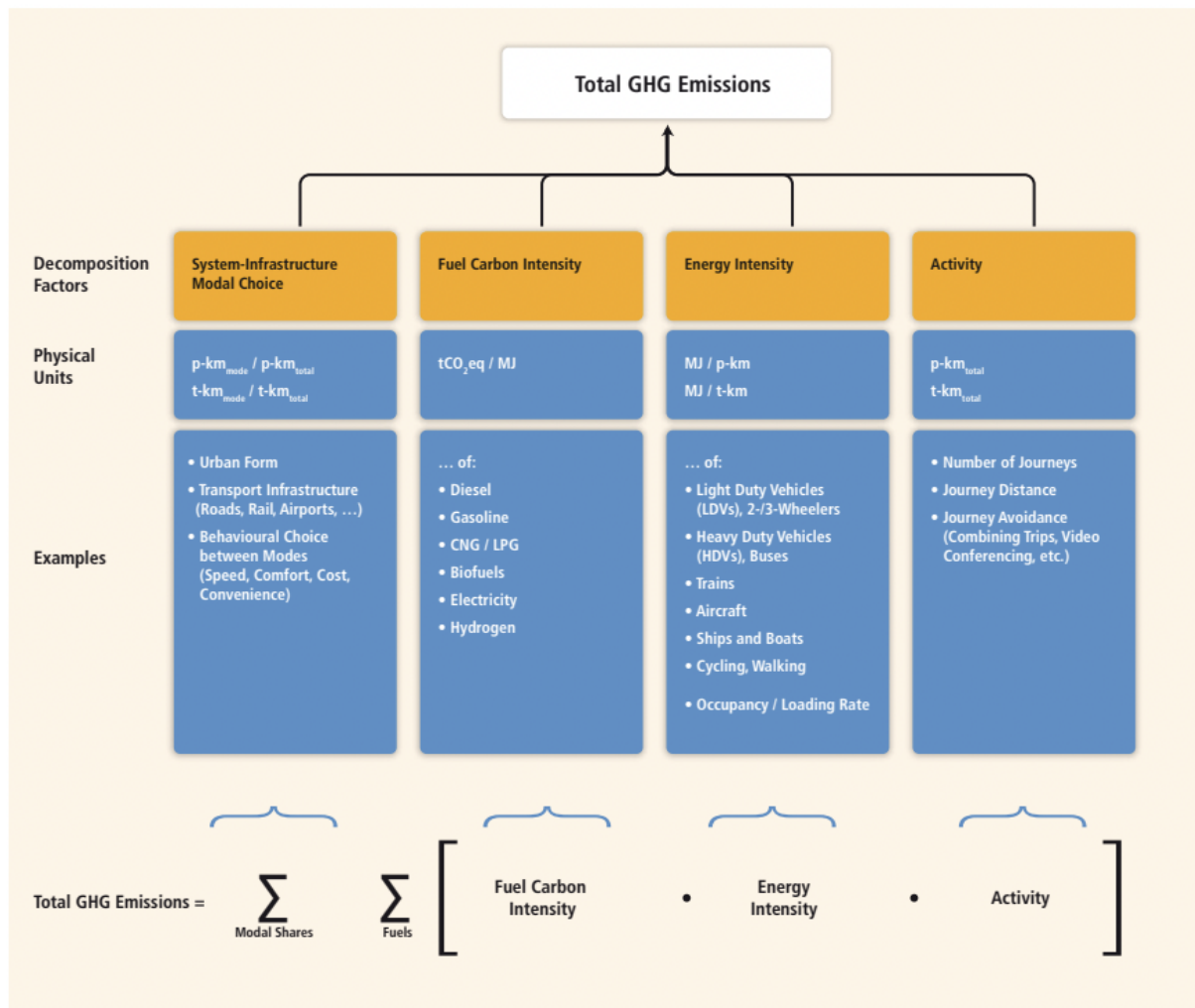
Com a crescente popularização de carros elétricos, outro setor de *cleantechs* que tem despertado muito interesse dos investidores é o de transportes. No entanto, além dos EVs (*Electric Vehicles*), existem diversos outros tipos de *startups* que reduzem as emissões dentro deste segmento, e que serão tratadas neste Trabalho. A definição utilizada para soluções de transportes foi a de Edenhofer et al. (2015), que as divide em impacto direto e indireto sobre as emissões de GHG.

As soluções de impacto direto são aquelas chamadas de "*tank-to-wheel*", e relacionam-se às emissões ocorridas durante a queima de combustíveis nos motores de veículos de transporte de carga ou passageiros. Existem algumas abordagens diferentes levantadas pelo IPCC para atacar esse problema:

1. Substituição de modal: incentivo ao uso de modais de transporte menos poluidores como ônibus, bicicleta e deslocamento a pé.
2. Redução da intensidade de carbono: substituição de gasolina, óleo diesel e querosene por outras alternativas melhores, como eletricidade, etanol, hidrogênio, gás natural e bio-metano.
3. Eficiência energética: aumentar a eficiência de algumas movimentações, seja através de motores com maior rendimento, carros mais leves, maior taxa de ocupação de veículos, entre outros.
4. Evitar viagens: reduzir o número e a distância das viagens, através do redesenho de redes logísticas, reposicionamento de estoques, substituição de encontros presenciais por virtuais, entre outros.

As soluções de impacto indireto, por outro lado, são aquelas relacionadas à infraestrutura de transportes (rodovias, ferrovias, portos e aeroportos) e à fabricação dos veículos.

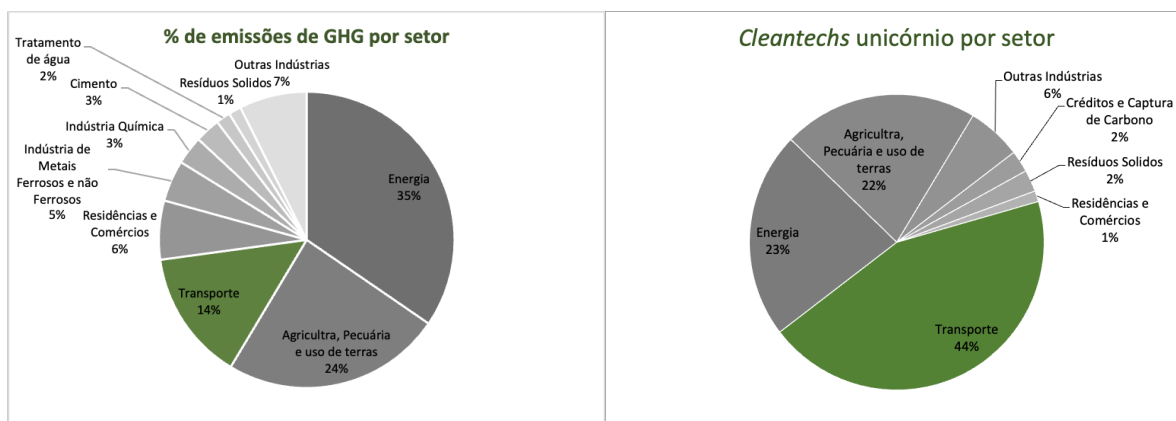
Figura 31 - Tipos de solução de impacto direto em transportes



Fonte: Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014

Para entender melhor quais as principais fontes emissoras no setor em transportes, o Edenhofer et al. (2015) traz uma visão do consumo energético direto quebrado por tipo de combustível, modal, e conteúdo transportado, que ajuda a compreender os principais impulsionadores do problema.

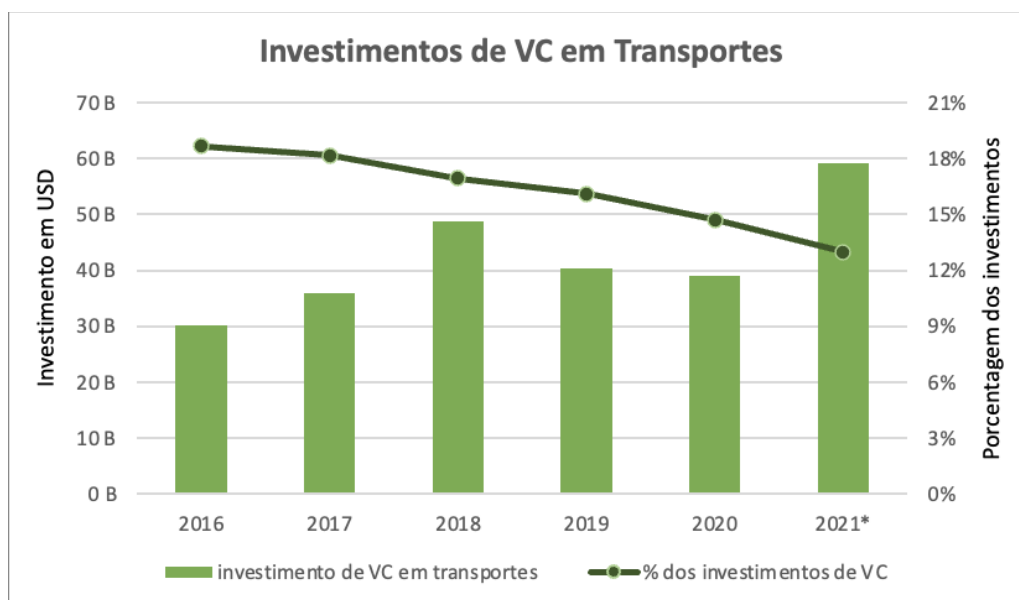
Figura 33 - Emissões e unicórnios no setor de energia



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Edenhofer et al. (2015)

Esse alto índice de unicórnios *cleantech* se reflete também no total de investimentos de Venture Capital que o segmento atrai. Utilizando a base de dados do Crunchbase, em 2021 foram anunciados publicamente 60 bilhões de dólares em aportes de firmas de Venture Capital em *startups* de transportes (não apenas *cleantechs*, mas o setor inteiro). Isso representa 13% do total de investimentos de VC que foram registrados na plataforma do Crunchbase.

Figura 34 - Investimentos de VC em Transportes



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase em 30/10/21

Por outro lado, apesar de representar uma fatia extremamente relevante dos investimentos em *startups*, ao analisar a evolução temporal da porcentagem que eles representam sobre o capital total injetado, a conclusão é menos promissora. Este indicador vem

sendo reduzido de forma consistente, de 19% em 2016 para 13% em 2021: uma queda de 6 pontos percentuais. Tal fenômeno pode significar uma diminuição gradual do interesse dos fundos de VC em teses de transportes, o que deve ser acompanhado. Todavia, o nível de investimento continua sendo muito alto, justificando uma priorização do setor. Para comparação, o setor que recebe a maior parte das aplicações de capital de risco, o de Finanças, recebeu em 2021 mais de 21% do capital (CRUNCHBASE, 2021).

Nesse contexto, o próximo passo será compreender os diversos modelos de negócio de *cleantechs* de transportes que fundos de VC têm apoiado e mapear as *startups* que estão liderando este movimento. Na próxima seção, isso será feito através da técnica do *idea maze*, proposta por Balaji S. Srinivasan e explicada no capítulo 2.4.

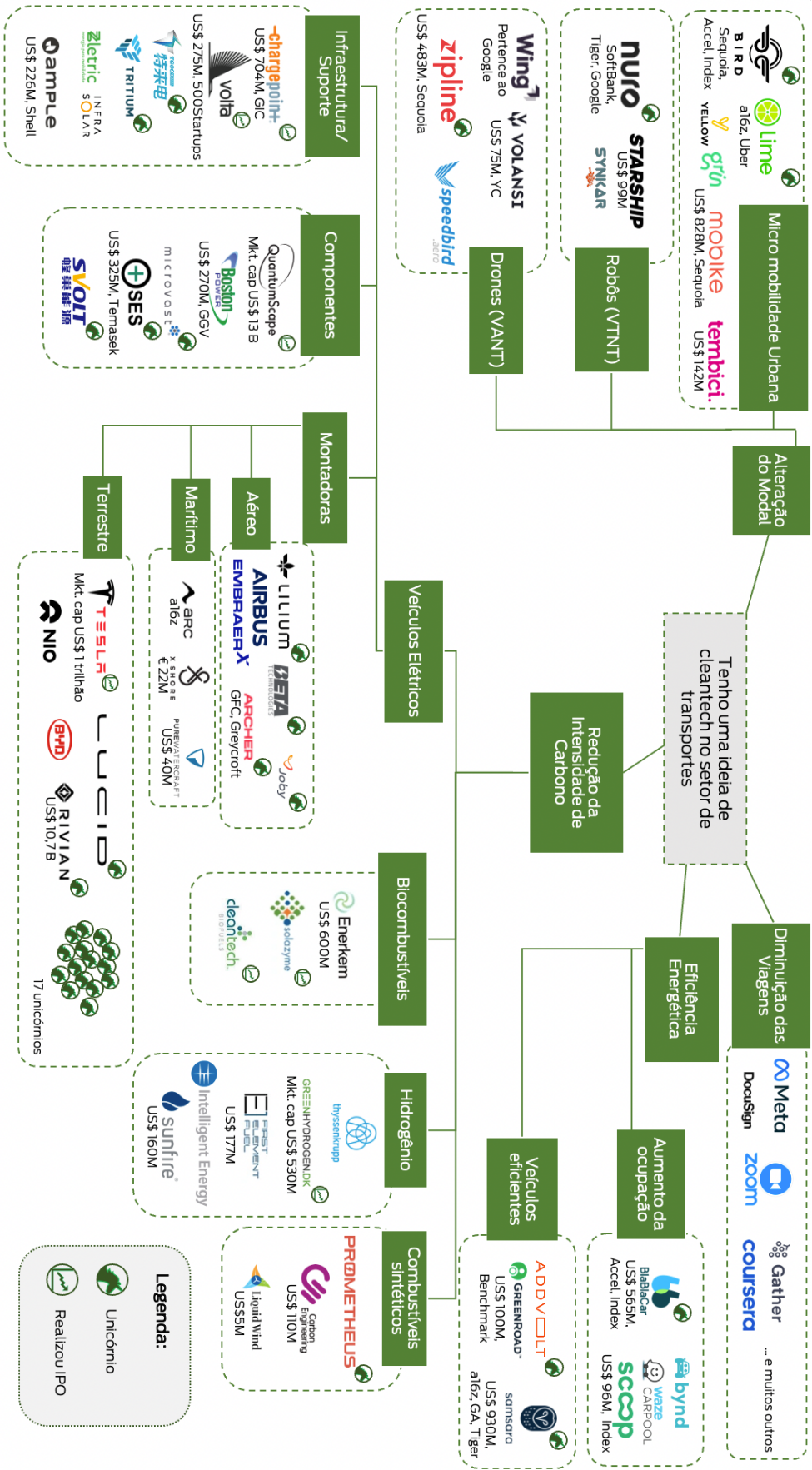
5.2.2 Idea Maze

No *idea maze* abaixo, está representado um mapa dos principais modelos de negócio dentro do setor de transportes. Ele conta com os logos tanto de empresas internacionais que já obtiveram grande sucesso de captação de recursos, como de empresas menores, com potencial de crescimento e muitas vezes sediadas na América Latina.

Abaixo dos logos, estão indicados o total de investimentos de *Venture Capital* recebidos pela empresa, e, ao seu lado, o nome de alguns fundos famosos que fizeram esses aportes. Nos casos em que o montante escrito abaixo do logo não é o total de investimentos recebidos, está identificado o que esse número representa, seja *valuation* ou capitalização de mercado (*mkt. cap.*).

Ao lado das empresas pode haver um símbolo com o formato de um unicórnio, representando que a *startup* é, atualmente, um unicórnio, ou então um formato de gráfico, representando que a companhia foi listada na bolsa de valores.

Figura 35 - Idea Maze do setor de transportes



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase e Tracxn

5.2.3 Principais Modelos de Negócio

5.2.3.1 Micro mobilidade urbana

A mobilidade urbana sempre foi um tema muito discutido por governos, dada sua relevância para o desenvolvimento social e econômico de uma cidade. Metrô, ônibus e ciclovias sempre estiveram presentes na agenda de projetos estatais. Contudo, recentemente uma onda de empreendedorismo acelerou as mudanças nesse espaço, com grande potencial de impacto ambiental. Como citado por Edenhofer et al. (2015), uma forma de reduzir as emissões de GHG do setor de transportes é a mudança de modal. No contexto da micro mobilidade urbana, isso significa evitar que pessoas façam percursos de carros (mais poluidores), e incentivar que os façam de bicicleta, a pé ou de patinete (menos poluidores).

No meio da década passada, começaram a ser notadas algumas plataformas de compartilhamento de bicicletas na China como a Mobike, Hellobike e Ofo, prometendo revolucionar a mobilidade urbana, e sendo rapidamente replicadas ao redor do mundo. Esse modelo pareceu muito promissor nos primeiros anos, entretanto, no final da década começaram a ser frequentes as notícias de *startups* desse tipo em apuros (LIAO, 2019), culminando no estouro da bolha de *bike-sharing* chinesa. Empresas líderes como a Ofo e a Mobike hoje se tornaram "vilões" ambientais, deixando enormes cemitérios de bicicletas para trás, e investidores frustrados (NGO, 2021).

Na América Latina a história não foi diferente, onde pudemos acompanhar o crescimento e a queda da Yellow e da Grin (plataformas de compartilhamento de bicicletas e patinetes respectivamente). Não podemos esquecer, porém, de uma empresa que se manteve resiliente a esta bolha: a Tembici. Através de um sistema de estações de retirada de bicicleta e de parcerias com grandes bancos, a Tembici conseguiu manter uma operação saudável, com planos de expansão para bicicletas elétricas (INFOMONEY, 2021).

Outras *startups* de destaque na micromobilidade são as americanas Bird e Lime, de compartilhamento de patinetes. Ambas são avaliadas em mais de US\$ 1 bi, sendo que a Lime planeja realizar um IPO em 2022 (CAREY, 2021).

Dado esse contexto caótico e volátil para *startups* de micromobilidade na América Latina e no mundo, esse tipo de investimento não foi priorizado neste trabalho. Atualmente no Brasil existem poucas *startups* nesse mercado, sendo a Tembici a líder absoluta.

5.2.3.2 Drones (VANT) e Robôs (VTNT)

O tema de drones (veículos aéreos não tripulados - VANT) e *robôs* (veículos terrestres não tripulados - VTNT), é tão amplo e interessante que mereceria um estudo próprio, mas será tratado de forma mais superficial aqui. Dentre os diversos usos dessa tecnologia, será tratado em especial a aplicação na indústria de transportes, majoritariamente na entrega de produtos e comida. Por serem elétricos e menores, tais veículos são considerados modais mais verdes do que as formas tradicionais de logística.

A principal diferença entre drones e robôs é que, em geral, enquanto o primeiro busca ser melhor que seus substitutos por sua agilidade e rapidez de entrega, o segundo busca fazê-lo através da redução de custos.

Começando pelos veículos terrestres não tripulados (robôs), existem duas empresas que se destacam no cenário global. A primeira é a Neuro, que desenvolve pequenos veículos autônomos que andam em rodovias com alta velocidade, e que atingiu o status de unicórnio. A segunda é a Starship, que lidera o modelo de veículos menores, que não se locomovem por avenidas. Apesar de promissoras, até hoje não foram registradas *startups* relevantes vendidas ou listadas em bolsa no setor de robôs. Na América Latina, foi encontrada apenas uma empresa de robôs, a Synkar, fundada no Brasil e com operações no Canadá. Dado o mercado aquecido e a recente parceria com o iFood, essa *startup* merece ser destacada como um potencial bom investimento.

Para veículos voadores não tripulados (drones), também ainda não existem casos de aquisições ou IPOs de *startups*. Os maiores *players* do mercado são a Zipline, de entrega de suprimentos médicos (que já é um unicórnio), e a Wing, uma empresa do Google que entrega produtos de farmácia e comida em subúrbios. Na América Latina, foi encontrada apenas uma empresa de drones, a Speedbird.Aero, que pode ser destacada como um potencial bom investimento. Curiosamente, esta *startup* também realiza parcerias com o iFood.

5.2.3.3 Infraestrutura para veículos elétricos

O modelo de negócios de destaque que fornece infraestrutura para a adoção de veículos elétricos é o de redes de carregadores elétricos.

Podemos citar duas empresas que são referência nesse espaço, ambas listadas na bolsa de valores de Nova York. A Chargepoint, fundada em 2007 quando ainda haviam poucos EVs nas ruas, atingiu o IPO em março de 2021, a um *valuation* de 2,4 bilhões de dólares

(CRUNCHBASE, 2021). Já a Volta fez um IPO em agosto de 2021, a um valuation de 2 bilhões de dólares (CRUNCHBASE, 2021). Além dessas, a Ionity, empresa alemã operada por grandes montadoras como a VW e a Porsche, foi adquirida recentemente pela Chargepoint (KOROSEC, 2021).

Na base de dados de unicórnios, existem duas startups de carregadores elétricos, a Teld New Energy (rede chinesa de estações de carregamento), e a Tritium (produtora de carregadores australiana).

Na América Latina, o cenário para a aplicação desse modelo de negócios, é menos acolhedor. Enquanto nos EUA a penetração de veículos elétricos já está próxima de 1% do total de veículos (ELGIN; CHAPMAN, 2021), no Brasil, o número de EVs é desprezível (ANFAVEA; BCG, 2021). A Europa está ainda mais à frente e, em alguns países como a Noruega, esse percentual está próximo de 60% (GERSDORF et al., 2021). Mesmo assim, já existem algumas *startups* latino-americanas de carregadores que estão se antecipando à onda inevitável dos elétricos. O maior perigo, porém, é que a adoção desses veículos demore muito para crescer na região, deixando essas empresas de mãos abanando.

A Zletric é uma empresa gaúcha fundada em 2019 que merece destaque nesse setor. Outras *startups* que devem ser monitoradas na região são: Infra-solar, Antü Energía, Copec Voltex, PVBAT, Solar Beat, Zynch, Smart Charge Solutions e EVDC.

Outro modelo em ascensão é o de substituição de baterias. Uma das limitações do sistema de carregamento elétrico é que ele não ocorre na mesma velocidade que se pode encher um tanque de gasolina. Em geral, são gastas 6 a 12 horas para carregar completamente uma bateria de carro (LEVIN, 2021). Por isso, algumas startups têm apostado em sistemas de estações de troca da bateria sob demanda, que tornam esse "carregamento" instantâneo. É o caso da americana Ample e da chinesa Aulton, ambas com investimentos totais captados em torno de 200 milhões de dólares (CRUNCHBASE, 2021). Na América Latina, a Zynch está de olho na mesma tese, mas espera-se que ela se desenvolva de forma secundária à de estações normais de carregamento como a Chargepoint.

5.2.3.4 Montadoras de Veículos Elétricos

Em 26 de outubro de 2021, a fabricante de veículos elétricos Tesla atingiu o marco histórico de US\$ 1 trilhão em valor de mercado, superando o valor de Toyota, Volkswagen, Daimler, Ford e General Motors juntas (REUTERS, 2021). Isso indica o apetite dos

investidores por esses ativos, sob a tese de que, nos próximos anos, a frota mundial de veículos será substituída por carros elétricos, por motivos de sustentabilidade e performance.

Até hoje, o preço de veículos elétricos ainda se mantém em um patamar superior ao de veículos de combustão interna, e espera-se que essa situação mude entre 2025 e o final da década (SOULOPOULOS, 2017). Por esse motivo, em países com menor poder aquisitivo, como é o caso da América Latina, a adoção de EVs ainda é limitada à elite local. Para que esse cenário mude, é essencial o desenvolvimento de novas soluções de carros populares, estratégia que tem sido liderada pela China, enquanto Estados Unidos e Europa focam, em geral, em veículos de luxo.

Apesar da infinidade de oportunidades dentro desse segmento, optou-se por não avaliar em detalhes as oportunidades de *startups* montadoras, devido à intensidade de investimentos necessários e à dificuldade histórica de se fundar uma fabricante de veículos no Brasil. A única grande montadora nacional foi a Gurgel, fundada pelo politécnico João Augusto Gurgel, em 1969. O aluno ouviu de seu orientador de Trabalho de Formatura na época que: "Carro não se fabrica, se compra" (MATSUBARA, 2020), e acabou por falir em 1993, após pressões de marcas concorrentes. O cenário recente de diversas montadoras fechando suas fábricas no Brasil também demonstram a dificuldade de criar uma empresa bem sucedida neste ramo no país (G1, 2021).

A Embraer é um ponto fora da curva, e ocupa uma posição vanguardista dentro da fabricação de aeronaves. Dentro de sua estrutura, ela possui a EmbraerX, subsidiária focada em inovações disruptivas. Esse grupo acaba de lançar uma *spin-off* chamada Eve Urban Air Mobility, com o objetivo de produzir uma aeronave elétrica de pequeno porte para deslocamento urbano (CNN BRASIL, 2021).

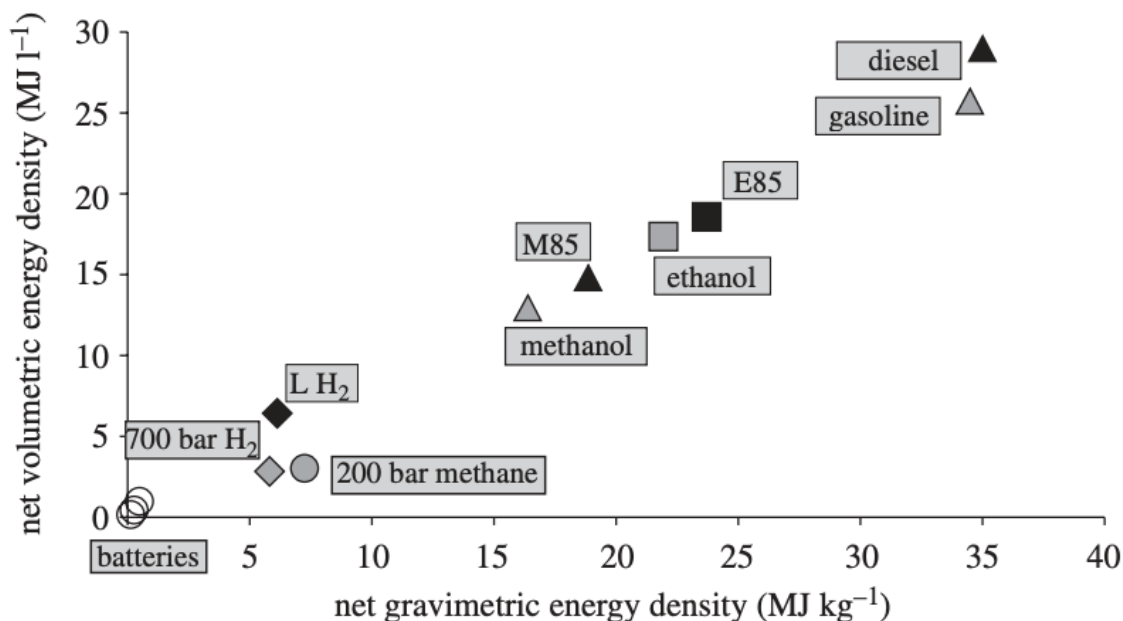
5.2.3.5 Combustíveis Alternativos

No fim do dia, o problema que está por trás das emissões do setor de transportes, é majoritariamente um problema de armazenamento de energia. Enquanto não houver tecnologias de transferência elétrica pelo ar (como Nikola Tesla gostaria), teremos de nos contentar com carros que não se movem ligados na tomada o tempo todo. Isso inevitavelmente cria a necessidade de se armazenar energia de alguma forma dentro dos veículos, seja essa energia química, mecânica, gravitacional ou elétrica.

A forma mais intuitiva de armazenar essa energia é através de baterias, como é o caso dos EVs. Outra forma de fazê-lo é a criar componentes que, quando excitados, podem liberar

energia química armazenada em suas moléculas. Quando comparamos essas abordagens, porém, fica claro que o armazenamento de energia química é muito mais eficiente em termos de peso e espaço ocupados dentro do veículo (apesar do uso de bateria ter menos perdas energéticas no meio do caminho). Na Figura 36, vemos que a densidade volumétrica e gravimétrica de energia do diesel é significativamente maior daquela em uma bateria.

Figura 36 - Densidade elétrica de combustíveis e baterias



Fonte: Zian; Xiao; Kuzentsov; Edwards, 2010

Por isso, uma alternativa possível ao uso de veículos elétricos, é a de utilizar o mesmo sistema já usado hoje, do armazenamento em energia química de combustíveis, e posterior transformação dessa em energia mecânica no veículo.

Nesse contexto, existem dois caminhos para a produção de combustíveis verdes: um deles com o apoio de plantas e matéria orgânica (como é o caso do álcool de cana de açúcar e dos biodieseis) e outro via processos eletroquímicos que resultam na produção de materiais sintéticos (como o hidrogênio, o eMethanol e alguns hidrocarbonetos sintetizados).

Dentre os combustíveis sintéticos, identificou-se uma *startup* unicórnio, a Prometheus Fuels, que desenvolveu uma tecnologia que combina hidrogênio com carbono capturado do ar para gerar hidrocarbonetos sintéticos, que tem uma densidade de energia parecida com a de combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel. Além desses, destaca-se a produção de metanol em laboratório por outras *startups*.

Já na tecnologia de hidrogênio, as maiores empresas se dividem em um tipo que se responsabiliza pela produção de hidrogênio líquido, e outro que cria células de combustível, responsáveis por transformar a energia química do H_2 em energia elétrica. Ambos os modelos ainda não obtiveram muito sucesso, possuindo poucos casos de IPOs e aquisições bem sucedidas. Recentemente a alemã ThyssenKrupp, vendeu seus negócios de elevadores (que sempre foram seu *core business*) para tentar ser a empresa líder em hidrogênio verde, um mercado com potencial de até US\$ 2,5 trilhões até 2050 (CNN BRASIL, 2021). Algumas empresas também estão se antecipando à tendência do uso de hidrogênio em carros e criando redes de reabastecimento de hidrogênio, mas, com a baixa penetração desse tipo de veículo, ainda não encontraram muita tração.

Por último, as empresas que se baseiam em biocombustíveis encontraram maior sucesso, com 12 casos de IPOs e aquisições bem sucedidas identificados. Alguns deles são Ener-Core, Fermentalg, Solazyme, CleanTech Biofuels, entre outros. Alguns dos modelos mais comuns são a produção de biocombustíveis através de lixo orgânico, algas, e enzimas de laboratório. No Brasil, além da gigantesca indústria açucareira, podemos destacar a Algae Biotechnology, criada na ESALQ para produzir biocombustíveis oriundos de algas.

No geral, os combustíveis alternativos, apesar de muito promissores, não foram priorizados entre as soluções estudadas neste Trabalho, devido à sua alta dependência de *deep tech*, e baixo número de exemplares na América Latina.

5.2.3.6 Veículos eficientes

Além de substituir os veículos e combustíveis que usamos hoje, outra abordagem possível é a de melhorar os que temos, seja através de uma direção mais responsável, ou de um dispositivo acoplado ao veículo. São diversas as opções de como tornar carros, caminhões, aviões e navios mais eficientes, e nesse tópico serão apresentados dois.

A AddVolt é um unicórnio português encontrado na base de dados, que criou um dispositivo extremamente interessante. Caminhões de entrega refrigerada gastam uma quantidade enorme de diesel na produção da energia para suprir seus compartimentos refrigerados. Para resolver isso, a AddVolt criou uma bateria alimentada por energia solar e energia cinética do veículo que pode ser acoplada em um caminhão normal e alimentar os equipamentos de refrigeração, gerando uma economia de até 87% de combustível. Além disso, o equipamento aproveita para rastrear o caminhão, gerando uma série de dados relevantes como a estimativa de emissões de CO_2 e a localização da frota logística. No mundo, são poucos os

dispositivos como esse de "eletrificação parcial", que podem ser essenciais em países em desenvolvimento como o Brasil que ainda vão demorar para conseguir substituir completamente a sua frota por veículos de baixa emissão. Trata-se assim de um modelo de negócio ainda com poucos exemplares na América Latina, porém com grande potencial.

Outras duas empresas que tem se destacado pela atração de investimentos e pelo potencial de redução de emissões de gases poluentes são a GreenRoad e a Samsara, que juntas já captaram mais de US\$ 1 bilhão de VCs tradicionais como Benchmark, Andressen Horowitz, General Atlantic, e Tiger Global (CRUNCHBASE, 2021). Apesar do foco desses negócios não ser apenas de monitoramento de emissões, ambas as empresas oferecem monitoramento em tempo real de frotas logísticas ou veículos comerciais, provendo uma série de dados sobre a forma como estes ônibus e caminhões estão sendo dirigidos. Isso inclui a eficiência energética da direção, formas de gastar menos combustível, mensuração de CO_2 , e até estimar quando vale a pena financeiramente substituir um veículo normal por um elétrico. Na América Latina, já existem algumas pequenas *startups*, que começam a experimentar um modelo parecido, mas a grande maioria ainda está focada em gerar informações para seguradoras de carro sobre como os condutores dirigem. Há, possivelmente, espaço para uma empresa mais parecida com Samsara e GreenRoad, com foco em ônibus e caminhões, e na redução da emissão da frota.

Algumas empresas para acompanhar na região são: Crabi, Jooycar, DriveOn, Drivetech, IPLUS-GPS e VAI.

5.2.3.7 Aumento de Ocupação

Outro tipo de solução que não será tratado em detalhes neste Trabalho é o de aumento de ocupação de veículos. Desde os anos 2000, uma série de empresas tentou possibilitar uma movimentação mais eficiente através de caronas entre cidades, ou para o trabalho. Essa iniciativa diminui trânsito, risco de acidente, emissão de CO_2 , entre outros. Existe um grande caso de sucesso nesse mercado, a BlaBlaCar, atualmente com um *valuation* de US\$ 2 bilhões e com planos de um IPO em breve (DILLET, 2021). Mas para as empresas que não foram adquiridas pela BlaBlaCar (treze *startups*), o sucesso ainda não foi tão grande, acumulando mais de 300 empresas falidas (TRACXN, 2021). No Brasil, destaca-se como um player ainda ativo a Bynd, dos feanos Leonardo Liborio e Gustavo Gracitelli.

5.2.3.8 Diminuições de Viagens

O tema da diminuição de viagens não será tratado devido ao seu escopo muito grande. Ele envolve empresas de videoconferência como o Zoom, empresas de metaverso como a Meta ou então qualquer negócio que digitaliza um serviço que originalmente era feito de forma presencial. Por exemplo, pode-se dizer que a Coursera, plataforma de cursos online, evita viagens à medida que antes os alunos tinham que se deslocar fisicamente até uma sala de aula para ter um curso.

5.2.4 Revisão

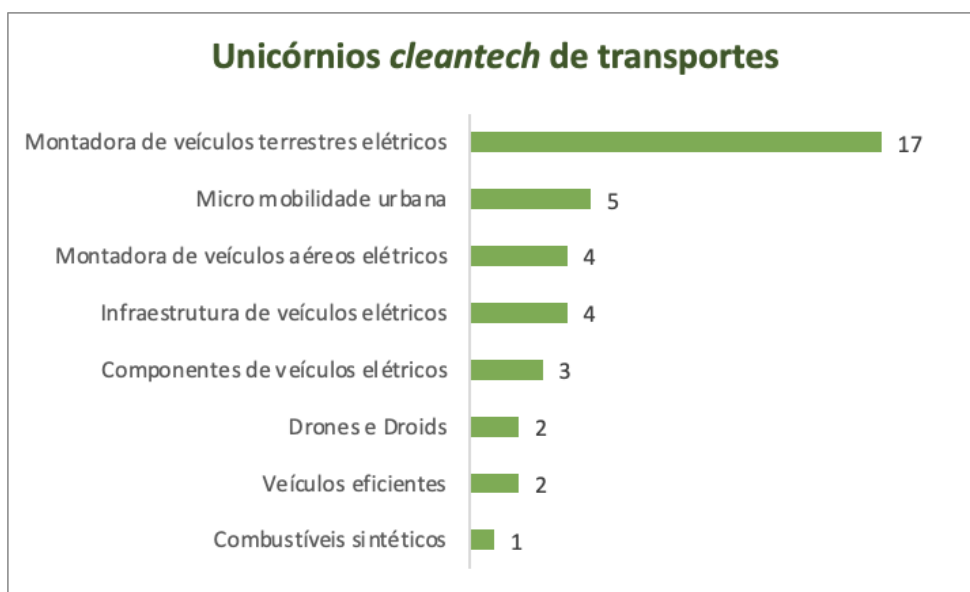
Assim como foi feito para o setor de Energia, neste tópico as conclusões obtidas do *Idea Maze* de Transportes serão sintetizadas em 3 partes. Primeiramente são listados os modelos de negócio que foram priorizados, bem como as principais *startups* latinoamericanas que os aplicam. Depois, os unicórnios da base de dados serão classificados quanto a seus modelos de negócio. Por último, os unicórnios serão categorizados quanto ao tipo da solução, ou seja, se trata-se de um *hardware*, *software*, *deep tech*, ou outro - conforme a classificação de Gaddy, Sivaram e O'Sullivan (2016).

Dentre os grupos de soluções estudados, 3 foram priorizados:

1. Drones (VANT) e Robôs (VTNT): Empresas a serem monitoradas: SpeedBird.Aero e Synkar
2. Infraestrutura para Veículos Elétricos (e.g. redes de carregadores): Empresas a serem monitoradas: Zletric, Infra-solar, Antü Energía, Copec Voltex, PVBAT, Solar Beat, Zynch, Smart Charge Solutions e EVDC
3. Eletrificação parcial e gestão de frota (Veículos Eficientes): Empresas a serem monitoradas: Crabi, Jooycar, DriveOn, Drivotech, IPLUS-GPS e VAI.

Na base de dados de unicórnios que foi levantada no capítulo 4.2, a distribuição por modelo de negócio foi a seguinte:

Figura 37 - Distribuição por modelo de negócio dos unicórnios *cleantech* de transportes

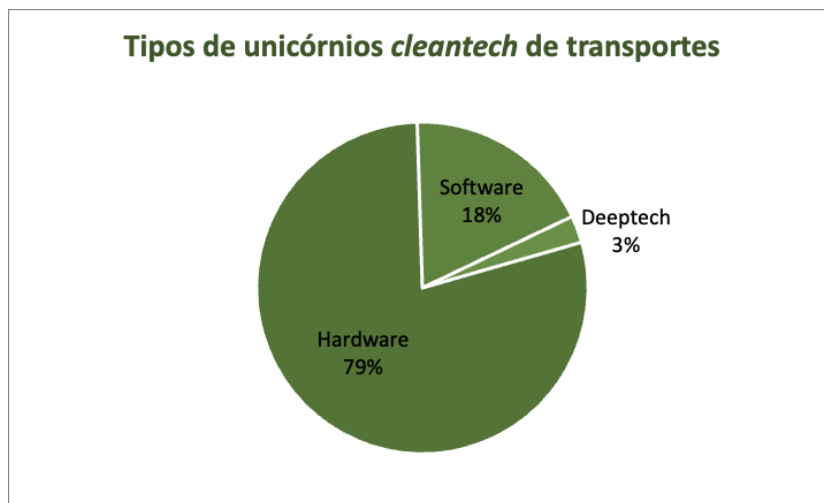


Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

Nota-se uma absoluta liderança de montadoras de veículos terrestres elétricos dentre os unicórnios (45% da amostra), impulsionada pelo sucesso de empresas como Tesla e Rivian, que atingiram um valor de mercado multibilionário. A tese da eletrificação parece se manter atraindo investidores, que continuam injetando bilhões de dólares todos anos em montadoras de carros movidos a bateria (CRUNCHBASE, 2021). O modelo de infraestrutura de veículos elétricos apresenta, no momento, apenas 4 unicórnios, mas há um número grande de empresas desse segmento que já realizaram IPO.

O próximo passo é visualizar o tipo de solução das *startups* na base de dados, considerando a classificação utilizada no estudo do Gaddy, Sivaram e O’Sullivan (2016) explicado no tópico 5.1.4, que divide os unicórnios entre *hardware*, *software*, *deep tech*, ou outro.

Figura 38 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios *cleantech* de transportes



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

Em transportes, nota-se que há uma dependência muito grande de *hardware*, principalmente dada a dominância de empresas que produzem veículos elétricos - essencialmente soluções de hardware. Apesar de uma penetração de *software* inferior àquela do setor de energia (18% contra 25%), ainda existem muitas opções de modelos de negócio desse tipo dentre os unicórnios de transportes. Por último, as *deep techs*, apenas 3% da amostra, estão focadas na criação de novos combustíveis renováveis.

5.3 Créditos e Captura de Carbono

5.3.1 Definições

O setor de créditos e captura de carbono compreende todas as atividades que contribuem para a criação e manutenção de mercados globais e regionais de créditos de carbono. Segundo o glossário da EPA (Environmental Protection Authority Victoria) a definição de crédito de carbono é a seguinte (tradução livre):

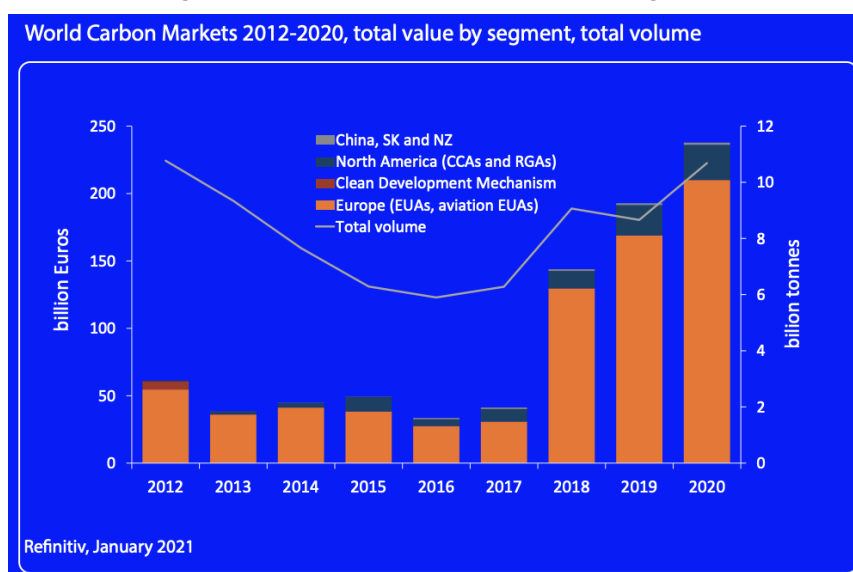
"Crédito de carbono é um termo genérico usado para a atribuição de um valor à redução ou captura de emissões de gases de efeito estufa. Um crédito geralmente é equivalente a uma tonelada de equivalentes de dióxido de carbono ($CO_2 - e$). Os créditos de carbono podem ser usados por empresas ou indivíduos para diminuir sua pegada de carbono através do investimento em atividades que reduziram e absorveram carbono em outra localidade." (EPA VICTORIA, 2010)

Como foi explorado no capítulo 2.3, os mercados de créditos podem ser voluntários ou regulados por governos como é o caso do EU ETS (European Union Emissions Trading System). Os mercados voluntários são trocas livres entre empresas e indivíduos que querem compensar suas emissões, mesmo que não haja nenhuma obrigação formal de fazer isso. Já os regulados são sistemas em que um órgão governamental impõe a redução de emissões de gases poluentes através de dois possíveis mecanismos: *cap-and-trade* ou *carbon tax* (ambos explicados no cap. 2.3)

Os agentes que atuam nesse mercado são basicamente três: empresas que ofertam os créditos, empresas/pessoas que demandam os créditos e intermediários (desde auditores até *marketplaces*).

Enquanto o mercado voluntário ainda é relativamente pequeno, o mercado regulado atingiu o montante de 238 bilhões de euros em 2020, valor mais de cinco vezes maior do que 2017 (REFINITIV, 2021).

Figura 39 - Volume do Mercado de Carbono Regulado

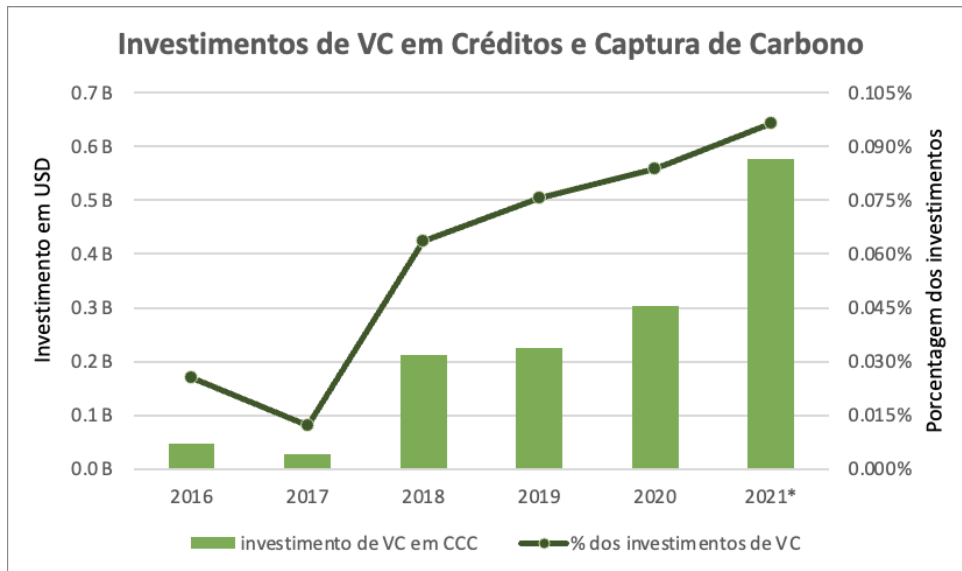


Fonte: Refinitiv, 2021

Grande parte desse mercado é composto pelo sistema de créditos europeu, quase 90% do total. Para os próximos anos, as perspectivas de crescimento são ainda mais animadoras. Em julho de 2021 foi lançado o mercado de carbono Chinês, que será o maior do mundo quando totalmente implementado (NOGRADY, 2021). Além disso, na COP26, acaba de ser feito um acordo histórico definindo as regras do mercado global de carbono, em que países poderão comprar e vender créditos entre si (CAETANO, 2021).

Esse cenário positivo em questão de regulamentação tem criado reflexos nos investimentos de *Venture Capital* no setor, como pode-se ver no próximo gráfico.

Figura 40 - Investimentos de VC em Créditos e Captura de Carbono



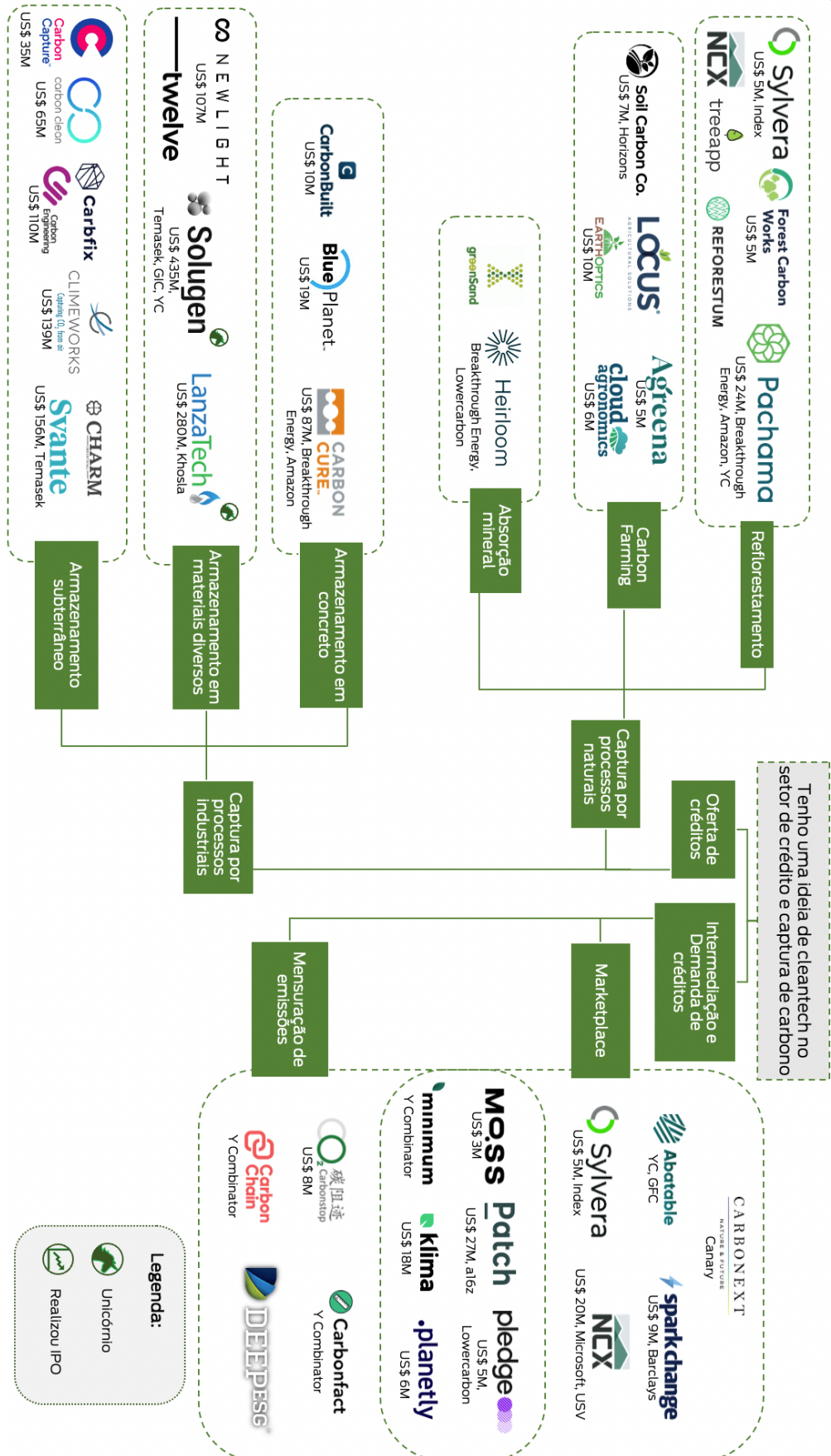
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Tracxn em 12/11/21

Apesar dos investimentos em *startups* deste setor representarem menos de 0,1% dos recursos de VC em 2021, há uma forte tendência de crescimento desse percentual. Na base de dados levantada, mesmo com esse cenário relativamente escasso de capital, já foram identificados dois unicórnios, a LanzaTech e a Solugen.

Novamente, através da técnica do *idea maze*, será traçado um cenário dos principais modelos de negócio no contexto das *cleantechs* de crédito e captura de carbono.

5.3.2 Idea Maze

Figura 41 - Idea Maze do setor de créditos e captura de carbono



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase e Tracxn

5.3.3 Principais Modelos de Negócio

5.3.3.1 Captura de Carbono por Processos Naturais

A captura de carbono não é uma novidade para a história do planeta. Na verdade, a Terra já passou por muitos estágios diferentes em sua formação, e tem seus próprios mecanismos naturais para sequestrar carbono atmosférico. Assim, nos últimos anos, alguns empreendedores estão tentando intensificar esses processos que usam a própria natureza como absorvedora de gases poluentes.

Porém, esse tipo de projeto sempre enfrentou um grande problema: como mensurar com precisão o impacto ambiental positivo, que poderia ser transformado em créditos de carbono? Graças ao avanço tecnológico, algumas *startups* têm possibilitado justamente isso, com o auxílio de sensores, satélites e inteligência artificial.

Hoje, ainda não existem casos de IPOs ou aquisições bem sucedidas nesse espaço, o que é esperado devido ao pequeno tempo de existência dos mercados de carbono.

Para capturar carbono de formas naturais, hoje existem três principais caminhos: captura por reflorestamento, captura por "*carbon farming*", e captura por absorção mineral.

A captura por reflorestamento tem um processo relativamente simples e conhecido de plantar novas árvores, que, ao crescerem, vão absorvendo carbono e armazenando-o em seus galhos e folhas. Mas a principal dificuldade nesse tipo de projeto é como provar e mensurar quantas toneladas de CO_2 foram de fato sequestradas. Pachama e a Sylvera são duas *startups* que se destacam ao fazer isso com auxílio de satélites e inteligência artificial possibilitando uma quantificação precisa e transparente do impacto positivo de projetos de reflorestamento.

O chamado *carbon farming*, consiste em técnicas que possibilitam a captura de carbono pelo solo em propriedades agrícolas, e pode ser uma ferramenta poderosa no combate ao aquecimento global (EUROPEAN COMMISSION, 2021). Algumas empresas têm tanto incentivado essas técnicas como possibilitado a mensuração adequada da captura. A SoilCarbon aumenta a absorção de gases pela terra, com sua tecnologia proprietária de microorganismos fertilizadores (SOIL CARBON, 2021). Já a EarthOptics criou um sensor que pode medir o carbono absorvido por um pedaço de terra, possibilitando agricultores a faturarem milhares de dólares vendendo créditos (FOOTPRINT COALITION, 2021).

Por último, uma técnica mais recente muito promissora é o uso de minerais como o cálcio e o magnésio que naturalmente reagem com CO_2 atmosférico literalmente transformando-o em pedra (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2019). Algumas empresas têm tornado isso em um processo industrial, como a CarbonFix, mas outras têm apenas facilitado o ciclo natural de captura da natureza. É o caso da Heirloom, *startup* indiana que promete gerar créditos de carbono a um custo de US\$ 50 (praticamente o preço dos créditos no mercado europeu), e absorver um total de 1 bilhão de toneladas até 2035 (TEMPLE, 2021).

Para esses três tipos de solução, não foi encontrada nenhuma *startup* na América Latina, o que pode significar um espaço com grande potencial para empreender, devido ao contexto privilegiado da região, dotada de muita terra agricultável e grandes florestas.

5.3.3.2 Captura de Carbono por Processos Industriais

Outra forma de absorver carbono da atmosfera é criando plantas industriais que absorvem CO_2 direto do ar (conhecido como DAC - *direct air capture*) ou de outras indústrias poluentes como a petroquímica, a siderúrgica e a de cimento.

Após a captura desses gases, existem alguns possíveis destinos para eles. Uma delas é o armazenamento em forma de concreto, outra é o armazenamento em pedras subterrâneas, e por último a produção de plásticos e outros materiais de menor escala. Novamente, ainda não existem casos de IPOs e aquisições bem sucedidas, mas alguns unicórnios e muitas empresas com grandes investimentos já povoam esse setor.

No armazenamento de carbono em concreto, CO_2 é injetado no processo de produção, reagindo com os componentes e produzindo $CaCO_3$, o carbonato de cálcio, que fortalece a resistência à compressão do concreto. Destaca-se nesse espaço a Carbon Cure, *startup* que tem como investidores anjo Jack Ma e Jeff Bezos (TRACXN, 2021).

O segundo tipo de armazenagem - o de pedras subterrâneas - é outro que tem atraído muita atenção dos investidores e da mídia. A maior planta de captura direta do mundo, apelidada de Orca, fica localizada na Islândia próxima às formações de basalto da ilha (onde o carbono será armazenado). Ela foi criada pela *startup* suíça Climeworks em parceria com a islandesa Carbfix. O único problema dessa tecnologia é que atualmente seu custo não é competitivo com o preço de mercado, e podem demorar alguns anos para que essas empresas tornem-se economicamente autossustentáveis. Enquanto a Orca vende 1 tonelada de carbono por 1200 dólares (THE ECONOMIST, 2021), o mercado europeu negocia uma tonelada por 50 dólares (THE WORLD BANK, 2021).

Por último, a armazenagem de carbono em forma de plásticos e outros materiais e produtos químicos, que abrange dois dos unicórnios da base de dados. As duas empresas avaliadas em mais de 1 bilhão de dólares são a LanzaTech e a Solugen, ambas *deep techs* que desenvolvem uma variada gama de produtos como plásticos, produtos de limpeza, perfumes, entre outros.

Na América Latina, não foi identificada nenhuma empresa desse tipo, mas devido à alta dependência de *deep tech* da captura industrial de carbono, optou-se por não priorizar esse segmento no contexto da *Brasil Ventures*.

5.3.3.3 Marketplaces e Mensuração de Emissões

Até agora, foram apresentadas as empresas que produzem a oferta de créditos de carbono através de seus projetos de captura. Falta apresentar os modelos que completam esse mercado: aqueles que possibilitam a demanda por créditos, seja por empresas ou por indivíduos.

Nesse tópico são tratados dois modelos de negócio diferentes, o de *marketplaces* e o de mensuração de emissões. *Marketplaces* de carbono são plataformas que possibilitam a compra e venda de créditos de carbono, unindo projetos que absorvem gases poluentes gerando créditos a aqueles que querem compensar suas emissões comprando créditos. A compra pode ser feita tanto por indivíduos quanto por empresas. Já as plataformas de mensuração de emissão coletam dados de hábitos de um indivíduo ou operações de uma organização, e realizam um cálculo de quanto carbono é emitido pela empresa/pessoa. Como vimos anteriormente, não se trata de uma conta trivial, uma vez que é preciso se atentar pelas diferenças entre escopo 1, escopo 2 e escopo 3. Apesar de diferentes, ambos modelos acabam por coexistir em diversas *startups*, como será demonstrado adiante, e por isso são analisados conjuntamente.

Ainda não existem casos de IPOs ou aquisições de empresas neste segmento, mas algumas *startups* promissoras, com investidores de peso podem ser levantadas.

Dentre os *Marketplaces* “puros”, a Abatable, investida pela YCombinator e GFC é uma empresa que ajuda empresas a construir um portfólio com diferentes fornecedores de captura de carbono, garantindo uma diversificação de projetos. A Spark Change é outra *startup* com um modelo único, que possibilita a compra de créditos de carbono do mercado regulado europeu por indivíduos, de forma que eles possam utilizá-los como um investimento, dada a crescente valorização desse ativo. No Brasil, já existe uma *startup* com o modelo de *marketplace* focada principalmente em projetos de preservação de mata na Amazônia. Trata-se da Carbonext, uma empresa investida pela Canary que pode ser um potencial bom investimento.

As plataformas de mensuração de emissões também possuem um exemplar Brasileiro, chamado Deep ESG, que acompanha a emissão de carbono e outras métricas de seus clientes. Outros exemplos são a Carbon Chain, a Carbonstop e a Carbonfact, *startup* acelerada pela YCombinator que calcula a pegada ecológica de produtos específicos (até agora focada em sapatos). Apesar de não ser uma *startup*, não podemos esquecer do SimaPro, líder mundial em ferramentas de ACV (Análise de Ciclo de Vida). Essa ferramenta foi utilizada na disciplina de Sustentabilidade no 10º semestre do curso de Engenharia de Produção.

Por último, o setor que parece atrair mais investimentos e atenção, é o de empresas que misturam marketplace e mensuração de emissões. São empresas que calculam quanto uma pessoa ou instituição emite e, com base nesse resultado, já mostram opções de compra de créditos de carbono. O destaque desse modelo de negócios vai para a Patch, que criou um API que calcula em tempo real as emissões de uma dada atividade (como o envio de um produto por correio) e automaticamente compra créditos para compensar essas emissões. Essa empresa foi investida pela Andressen Horowitz, um dos maiores fundos de VC do mundo. No Brasil, a Moss faz também mensuração e compensação de créditos voluntários com base em *blockchain*, configurando-se como um potencial bom investimento.

5.3.4 Revisão

Dentre os grupos de soluções estudados, 5 foram priorizados:

1. Captura por Reflorestamento
2. Captura por *carbon farming*
3. Captura por absorção mineral
4. Marketplaces de créditos de carbono. Empresas a serem monitoradas: Carbonext e Moss
5. Mensuração de emissões de carbono. Empresas a serem monitoradas: Deep ESG e Moss

Como a amostra de unicórnios de Créditos e Captura de Carbono é muito pequena, a análise que foi feita para Transportes e Energia quanto ao modelo de negócio e tipo de solução se faz pouco relevante nesse contexto.

Até o momento, os únicos unicórnios identificados foram LanzaTech e Solugen, ambas de captura e armazenamento de carbono em materiais diversos, como plásticos e produtos químicos. As duas empresas estão desenvolvendo tecnologias inovadoras, e se classificam como *deep techs*.

Espera-se que a próxima geração de unicórnios de captura de carbono seja de *startups* de captura e armazenamento subterrâneo, baseado na captação de recursos dessas empresas até agora. Exemplares como a Climeworks (que já captou mais de US\$ 100 milhões), estão desenvolvendo novos processos com base em inovação científica, e também seriam classificadas como *deep techs*.

Fica evidente como os negócios de captura de carbono têm sido altamente dependentes de *deep tech*, mas avaliando as outras empresas do *Idea Maze*, é possível que, no futuro, um grande número de *startups* de *software* como Patch e Pachama passem a povoar este cenário. Em geral, foram encontrados poucos exemplos de negócios de hardware tradicional no mercado de crédito e captura de carbono.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Mapeamento de Oportunidades

Durante este trabalho, a ferramenta do *Idea Maze* foi extensamente utilizada como forma de compreender a história e o cenário atual dos setores de Energia, Transportes e Créditos e Captura de Carbono. Essa metodologia mostrou-se adequada para tal tarefa, trazendo uma visão do quadro geral das *cleantechs* nesses segmentos. Foram levantados os principais modelos de negócio existentes, bem como quais deles atraíram mais investimentos de fundos renomados de *Venture Capital*.

Essa análise, porém, também teve o objetivo de levantar uma lista de *startups* latinoamericanas que parecem estar bem posicionadas dentro do *Idea Maze*, merecendo uma análise mais aprofundada, uma vez que podem potencialmente ser bons investimentos para um fundo de *Venture Capital*. Além disso, foram levantadas algumas regiões do *Idea Maze* que ainda são pouco povoadas, e que eventualmente poderiam ser exploradas por empreendedores na América Latina. Na lista a seguir, estão consolidadas as descobertas dos três mapas setoriais feitos.

1. **Financiamento / Aluguel de projetos residenciais de energia renovável.** Empresas a serem monitoradas: Solfácil, Red Girasol, Bright, Solsta, Ingenierin, Sunvana e Unergy
2. **Provedores de energia digitais.** Empresas a serem monitoradas: Clarke Energia, Metha Energia e Fohat
3. **Software de gestão de temperatura ambiente e eficiência energética.** Empresas a serem monitoradas: Diel Energia, Dayback, CLIMO, Zane, GreenAnt, WeHaus, Viridis Energy Solutions, DemandaWeb, Onegrid, ProHound e ESCOGE
4. **Drones (VANT) e Robôs (VTNT):** Empresas a serem monitoradas: SpeedBird.Aero e Synkar
5. **Infraestrutura para Veículos Elétricos (e.g. redes de carregadores):** Empresas a serem monitoradas: Zletric, Infra-solar, Antü Energía, Copec Voltex, PVBAT, Solar Beat, Zynch, Smart Charge Solutions e EVDC
6. **Eletrificação parcial e gestão de frota (Veículos Eficientes):** Empresas a serem monitoradas: Crabi, Jooycar, DriveOn, Drivetechn, IPLUS-GPS e VAI.
7. **Captura por reflorestamento:** Setor ainda pouco explorado
8. **Captura por *carbon farming*:** Setor ainda pouco explorado

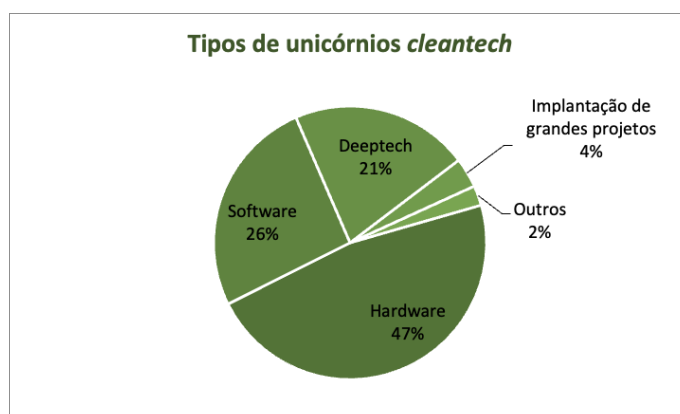
9. **Captura por absorção mineral:** Setor ainda pouco explorado
10. **Marketplaces de créditos de carbono.** Empresas a serem monitoradas: Carbonext e Moss
11. **Mensuração de emissões de carbono.** Empresas a serem monitoradas: Deep ESG e Moss

Como podemos ver, foram priorizados 11 modelos de negócio entre os 34 analisados ao decorrer de cada *Idea Maze*. Isso resultou no mapeamento de 41 *cleantechs* que mostram-se líderes entre as *startups* de impacto ambiental no contexto da América Latina.

6.2 Classificação dos Unicórnios

Outro resultado importante da pesquisa feita sobre *cleantechs* unicórnio foi sua classificação quanto ao tipo de solução (a mesma classificação utilizada no artigo de Gaddy, Sivaram e O’Sullivan, 2016). Em seu artigo, Gaddy, Sivaram e O’Sullivan (2016), demonstraram que uma das causas da falha dos investimentos em *cleantech* entre 2006 e 2011 foi a alta dependência em soluções de *hardware* e *deep tech*, que retornaram muito menos capital do que as *startups* de *software*. Para analisar essa afirmação, os 84 unicórnios *cleantech* da base de dados desse Trabalho de Formatura foram classificados, resultando na distribuição apresentada na Figura 42.

Figura 42 - Distribuição por tipo de solução dos unicórnios *cleantech*



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

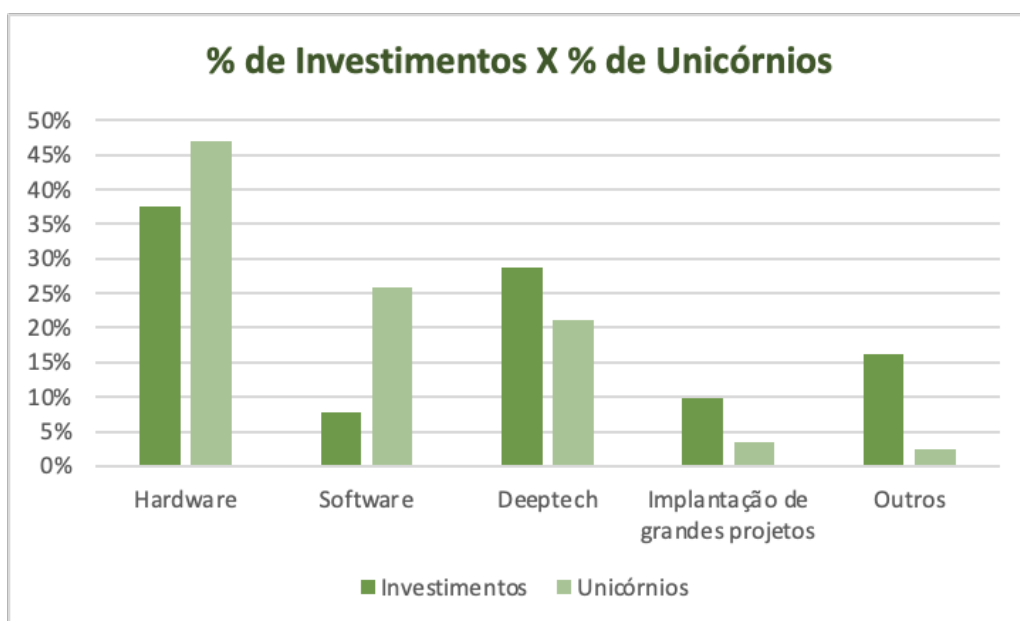
Como fica evidente, hoje há uma predominância clara de unicórnios de *hardware* dentre as *cleantechs*. Isso se deve ao fato de que existem 21 empresas na base de dados de unicórnios

que são fabricantes de veículos elétricos, o que representa quase 25% do total. Já as *startups* de *hardware* que não são fabricantes de veículos representam 22% da amostra.

Comparando soluções de *software* e *deep tech* notamos que a primeira gerou mais unicórnios do que a segunda, o que fortalece a tese da viabilidade de investir em *cleantechs* de *software*, apesar do setor ser historicamente dominado por *deep tech* e *hardware*.

Fazendo um exercício de comparação entre os investimentos em rodadas Série A de *cleantechs* coletados no estudo de Gaddy et al. (2016) e o número de unicórnios em 2021, obteve-se o gráfico a seguir.

Figura 43 - Comparação entre investimentos de Série A em *cleantechs* e unicórnios *cleantech* quanto ao tipo de solução



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Gaddy, Sivaram e O'Sullivan (2016), Crunchbase, Tracxn e HolonIQ

Nenhuma conclusão pode ser formada pela simples análise da Figura X, mas a discrepância entre a porcentagem dos investimentos e o número de unicórnios em *software* chama atenção. Alguns fatores que podem ter afetado nesse resultado são:

- Maior taxa de êxito entre *startups* de *software* em comparação aos outros tipos de solução
- Maior eficiência de capital de *startups* de *software*
- Mudança relevante da porcentagem de investimentos realizados em *software* entre a base de dados do estudo do Gaddy, Sivaram e O'Sullivan (2016) e o que é realizado hoje.

É importante reforçar que essa análise não é o suficiente para afirmar que qualquer um dos fatores acima foi decisivo no alto índice de unicórnios de *software* quando comparado a outras soluções, mas ajuda a levantar hipóteses que poderão ser testadas em outros estudos.

Além das *cleantechs* de *software*, as de *hardware* também apresentaram uma porcentagem maior de unicórnios do que investimentos, o que certamente é influenciado pelas 21 montadoras de veículos elétricos que constam na base de unicórnios deste Trabalho. Se fossem retiradas as fabricantes de veículos, provavelmente a porcentagem de investimentos seria superior à de unicórnios.

7 CONCLUSÕES

Hoje mais do que nunca, a necessidade de investimento em empresas inovadoras que solucionam problemas ambientais está escancarada no discurso de empresas, políticos e sociedade civil. A humanidade terá de resolver nas próximas décadas, este que é um dos maiores desafios que já encarou: o aquecimento global.

Se por um lado, esse pode parecer um problema grande demais para ser corrigido, por outro, existem pessoas excepcionais movidas pelo sonho de solucioná-lo. Os empreendedores estão sempre na busca insaciável pela resolução das maiores dores de seus clientes, e, à medida que as mudanças climáticas aceleram, eles terão um papel fundamental na construção da próxima geração de empresas sustentáveis.

Para que o empreendedorismo possa ser alavancado como uma ferramenta de inovação para uma sociedade mais limpa, a disponibilidade de *Venture Capital* aportado em *cleantechs* será decisiva. Este Trabalho de Formatura é, acima de tudo, uma contribuição para viabilizar esse caminho. No contexto de um dos maiores fundos de *Venture Capital* brasileiros, propõe-se traçar um caminho de investimentos que ao mesmo tempo traga retornos financeiros expressivos aos fundos e solucione problemas fundamentais para o planeta.

Na primeira parte deste Trabalho, foram estudados os motivos que levaram à baixa atratividade dos investimentos em *cleantech* entre 2006 e 2011. Tais motivos foram revisados sob uma perspectiva do contexto histórico atual, concluindo-se que, hoje, em 2021, o cenário é substancialmente mais promissor para que *startups* de impacto ambiental tenham sucesso. Das quatro principais causas – riscos tecnológicos, baixa liquidez, baixa regulamentação e preço de combustíveis fósseis – o estudo demonstrou que três foram amplamente atenuadas e uma pode ser contornada pelos investidores.

Na segunda parte do Trabalho, foram desenvolvidos três *Idea Mazes*: um para o setor de Energia, um para Transportes e um para Crédito e Captura de Carbono. Esses “mapas” setoriais são uma contribuição concreta deste estudo, e devem ser adicionados ao ferramental de tomada de decisões de investidores e empreendedores latino-americanos. A visualização de um *Idea Maze* possibilita entender, de forma concisa, a história e as novas tendências dentro de um segmento da economia.

Ao longo desse processo, são avaliados 34 modelos de negócio diferentes, e, como resultado desta avaliação, 11 modelos são eleitos por ter um maior *fit* com a indústria de *Venture Capital*. Desses 11 *business models*, 8 já possuem empresas posicionadas para disputar pelo mercado (sendo listadas as 41 *startups* mais promissoras), e 3 ainda têm um cenário competitivo

muito pouco povoado na América Latina. Esta lista permite aos VCs otimizar seu foco de monitoramento para aportar capital e dá aos empreendedores um pontapé inicial no processo de geração de ideias.

No setor de Energia, podem-se destacar os *softwares* de *behavioral energy efficiency*. Através de dados, eles possibilitam a geração de relatórios e dicas aos consumidores que reduzem significativamente o consumo energético de prédios e residências. No setor de Transportes, pode-se destacar a eletrificação parcial e a gestão inteligente de frotas. Empresas como a AddVolt e a GreenRoad servem de inspiração para novas *startups* que modificam e melhoram os veículos que já temos hoje, minimizando suas emissões. No setor de Créditos e Captura de Carbono, pode-se destacar a captura por absorção mineral. O uso de tecnologias inovadoras que absorvem gases de efeito estufa será essencial para compensar emissões passadas, e o Brasil tem potencial de ser um polo de inovação nesse sentido. A lista completa de modelos de negócio priorizados encontra-se na página 122.

Além disso, levantou-se uma base de dados das 84 *cleantechs* unicórnio (*startups* que passaram de US\$ 1 bi em valor de mercado) existentes hoje. Analisando essas empresas, nota-se o sucesso de soluções de *software*, confirmando observações registradas pela publicação de Gaddy et al. (2016).

Inicialmente, este Trabalho foi desenvolvido para auxiliar a *Brasil Ventures* na formulação de sua estratégia de investimentos em *cleantechs*, respondendo à pergunta: Devemos buscar ativamente por investimentos em *cleantech*, mesmo depois do fracasso ocorrido na década passada? Se sim, quais são as grandes oportunidades no setor?

Com estas perguntas respondidas, o Trabalho acabou por servir um propósito bem mais amplo. Através de uma revisão do passado e uma projeção do futuro, ele estabelece uma base de ferramentas para que empreendedores e investidores tomem decisões melhores no mercado de *cleantech* e viabiliza um caminho em que retorno financeiro e impacto ambiental se encontram. Em um mundo que ainda luta para implementar soluções para as mudanças climáticas que vão além do discurso, os empreendedores serão uma peça fundamental de transformação.

REFERÊNCIAS

ABDULLA, Ahmed et al. Explaining successful and failed investments in US carbon capture and storage using empirical and expert assessments. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 1, p. 014036, 2020.

ALDRICH, Howard E.; FIOLE, C. Marlene. Fools rush in? The institutional context of industry creation. **Academy of management review**, v. 19, n. 4, p. 645-670, 1994.

ALLEN, M. et al. **Technical Summary: Global warming of 1.5° C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. 2019.

ANEEL. **Geração Distribuída** - ANEEL. Aneel.gov.br. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

ANFAVEA; BCG. **O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil**. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/08/APRESENTAÇÃO-ANFAVEA-E-BCG.pdf>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

ATLANTICO. **Latin America Digital Transformation Report 2021**. Set. 2021. Disponível em: <https://www.atlantico.vc/latin-america-digital-transformation-report>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

BAYER, Patrick; AKLIN, Michaël. The European Union emissions trading system reduced CO2 emissions despite low prices. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 16, p. 8804-8812, 2020.

BAYER, Patrick; AKLIN, Michaël. The European Union emissions trading system reduced CO2 emissions despite low prices. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 16, p. 8804-8812, 2020.

BLAUFELDER, Christopher; LEVY, Cindy; MANNION, Peter; *et al.* **A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge.** McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

BOSTON CONSULTING GROUP. **An EU Carbon Border Tax Could Be the Next Disruptive Force in Global Trade.** Disponível em: <https://www.bcg.com/en-br/press/30june2020-how-an-eu-carbon-border-tax-could-jolt-world-trade>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRESSLER, R. Daniel. The mortality cost of carbon. **Nature communications**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2021.

BÜRER, Mary Jean; WÜSTENHAGEN, Rolf. Which renewable energy policy is a venture capitalist's best friend? Empirical evidence from a survey of international cleantech investors. **Energy policy**, v. 37, n. 12, p. 4997-5006, 2009.

CAETANO, Rodrigo. **Mercado de carbono criado: COP26 tem documento final.** Exame. Disponível em: <https://exame.com/negocios/mercado-de-carbono-criado-cop26-tem-documento-final/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CAPITAL RESET. **Marco regulatório de carbono pode avançar na Câmara; entenda | Reset.** 2021. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/marco-regulatorio-de-carbono-pode-avancar-na-camara-entenda-o-projeto-de-lei/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

CAREY, Nick. **E-scooter startup Lime raises \$523 mln, eyes going public in 2022.** Reuters. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/e-scooter-startup-lime-raises-523-mln-eyes-going-public-2022-2021-11-05/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS. **U.S. State Carbon Pricing Policies | Center for Climate and Energy Solutions.** Disponível em: <https://www.c2es.org/document/us-state-carbon-pricing-policies/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CHANDLER, David. **MIT-designed project achieves major advance toward fusion energy**. MIT News. Disponível em: <https://news.mit.edu/2021/MIT-CFS-major-advance-toward-fusion-energy-0908>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CNN BRASIL. **Conheça a Eve, a marca de “carros voadores” da Embraer**. CNN Brasil. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/conheca-a-eve-a-marca-de-carros-voadores-da-embraer/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CNN BRASIL. **Esqueçam os elevadores: Thyssenkrupp quer ser protagonista no hidrogênio verde**. CNN Brasil. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/esquecam-os-elevadores-thyssenkrupp-quer-ser-protagonista-no-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CNN BRASIL. **Startup chilena de carne vegetal, NotCo vira unicórnio e já quer dobrar tamanho**. 26 jul. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/startup-chilena-de-carne-vegetal-notco-vira-unicornio-e-ja-quer-dobrar-tamanho/>. Acesso em: 23 nov. 2021.

CONSERVE ENERGY FUTURE. **20 Current Environmental Problems That Our World is Facing - Conserve Energy Future**. Disponível em: <https://www.conserve-energy-future.com/15-current-environmental-problems.php>. Acesso em: 23 nov. 2021.

CORONEL, Francisco. **Copycats versus disruptors in Latin America – TechCrunch**. 8 set. 2017. Disponível em: <https://techcrunch.com/2017/09/08/copycats-vs-disruptors-in-latin-america/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CORREIO BRAZILIENSE. **Frente Parlamentar pretende acelerar novo marco do setor elétrico**. Correio Braziliense. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/politica/2021/08/4943082-frente-parlamentar-pretende-acelerar-novo-marco-do-setor-eletrico.html>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

CRUNCHBASE, **Crunchbase**. Disponível em: <https://www.crunchbase.com/>. Acesso em: 24 nov. 2021. Base de dados.

CUMMING, Douglas; HENRIQUES, Irene; SADORSKY, Perry. 'Cleantech' venture capital around the world. **International Review of Financial Analysis**, v. 44, p. 86-97, 2016.

DAY, Rob. **Cleantech Investing Is Back. Will This Time Be Different?**. Forbes, 17 ago. 2020. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/robday/2020/08/17/cleantech-investing-is-back-will-this-time-be-different/?sh=b41ace667dc3>. Acesso em: 24 nov. 2021.

DE LA TOUR, Arnaud et al. From Tech to Deep Tech. **Boston Consulting Group**, v. 52, 2017.

DE LA TOUR, Arnaud et al. The Deep Tech Investment Paradox: a call to redesign the investor model. **Boston Consulting Group**, 2021.

DELLA VIGNA, Michele et al. Carbonomics: The Green Engine of Economic Recovery. **The Goldman Sachs Group**, 2020.

DILLET, Romain. **BlaBlaCar raises \$115 million to build all-in-one travel app**. TechCrunch. Disponível em: <https://techcrunch.com/2021/04/20/blablacar-raises-115-million-to-build-all-in-one-travel-app/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

EDENHOFER, Ottmar et al. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change | IPCC. Cambridge University Press, 2015.

EGGLESTON, H. S. et al. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. 2006.

ELGIN, Ben ; CHAPMAN, Lizette. **How Uber and Lyft Are Losing the Race to the Electric Future**. Bloomberg.com. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/features/2021-05-10/inside-the-slow-ev-adoption-by-uber-and-lyft>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

EPA VICTORIA. **Climate change glossary - EPA victoria**. EPA Victoria. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20100912151614/http://www.epa.vic.gov.au/climate->

change/glossary.asp. Acesso em: 24 Nov. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Carbon Farming**. Climate Action. Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/forests-and-agriculture/carbon-farming_en. Acesso em: 24 Nov. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Emissions Trading System (EU ETS)**. Climate Action. Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en. Acesso em: 24 Nov. 2021.

EUROPEAN INVESTMENT BANK. Financing the Deep Tech Revolution :how investors assess risks in Key Enabling Technologies (KETs). **LU: Publications Office**, 2018.

FAURY, Thiago Pinheiro; CARVALHO, Marly Monteiro de. Corporate venture capital: geração e acompanhamento de oportunidades de investimento em empresas inovadoras. **Production**, v. 23, p. 735-750, 2013.

FOOTPRINT COALITION. **CO2 could be the next cash crop for U.S. farmers - Foot.Notes - Medium**. Medium. Disponível em: <https://medium.com/foot-notes-by-footprint/co2-could-be-the-next-cash-crop-for-u-s-farmers-ee049e17d64d>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

G1. **Por que as montadoras estão suspendendo a produção no Brasil? Entenda**. G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/03/26/por-que-as-montadoras-estao-suspendendo-a-producao-no-brasil-entenda.ghtml>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

GADDY, Benjamin; SIVARAM, Varun; O'SULLIVAN, Francis. Venture Capital and Cleantech: the wrong model for clean energy innovation. **Report MIT Energy Initiative**, 2016.

GERSDORF, Thomas; HERTZKE, Patrick; SCHAULFUSS, Patrick; *et al.* **McKinsey Electric Vehicle Index: Europe cushions a global plunge in EV sales**. McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mckinsey-electric-vehicle-index-europe-cushions-a-global-plunge-in-ev-sales>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

GHOSH, Shikhar; NANDA, Ramana. Venture capital investment in the clean energy sector. **Harvard Business School Entrepreneurial Management Working Paper**, n. 11-020, 2010.

GLOBENEWSWIRE. **Renewable Energy Market to Reach \$1,977.6 Billion by 2030**: Allied Market Research. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/10/11/2311801/0/en/Renewable-Energy-Market-to-Reach-1-977-6-Billion-by-2030-Allied-Market-Research.html>. Acesso em: 24 nov. 2021.

GLUECK, Katie; FRIEDMAN, Lisa. **Biden Announces \$2 Trillion Climate Plan**. The New York Times, 14 jul. 2020. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2020/07/14/us/politics/biden-climate-plan.html>. Acesso em: 24 nov. 2021.

GLYNN, Mary Ann; ABZUG, Rikki. Institutionalizing identity: Symbolic isomorphism and organizational names. **Academy of Management journal**, v. 45, n. 1, p. 267-280, 2002.

GOMPERS, Paul A. et al. How do venture capitalists make decisions?. **Journal of Financial Economics**, v. 135, n. 1, p. 169-190, 2020.APA

GRAHAM, Paul. **How to Get Startup Ideas**. Nov. 2012. Disponível em: <http://paulgraham.com/startupideas.html>. Acesso em: 23 nov. 2021.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard**. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf. Acesso em: 24 nov. 2021.

HELLMANN, Thomas; PURI, Manju. Venture capital and the professionalization of start-up firms: Empirical evidence. **The journal of finance**, v. 57, n. 1, p. 169-197, 2002.

HOLONIQ. **The Complete List of Global Climate Tech Unicorns – HolonIQ**. Disponível em: <https://www.holoniq.com/climatetech-unicorns/>. Acesso em: 24 nov. 2021. Base de dados.

HUANG, Tao. **100 Things to Know About VCs**. Linkedin.com. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/100-things-know-vcs-tao-huang/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Key World Energy Statistics 2020*. Paris, 2020. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/1b7781df-5c93-492a-acd6-01fc90388b0f/Key_World_Energy_Statistics_2020.pdf. Acesso em: 24 nov. 2021.

INFOMONEY. **Como a Tembici se tornou a sobrevivente entre as bicicletas compartilhadas – e captou mais R\$ 420 milhões**. InfoMoney. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/do-zero-ao-topo/como-a-tembici-se-tornou-a-sobrevivente-entre-as-bicicletas-compartilhadas-e-captou-mais-r-420-milhoes/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Fusion Energy in the 21st Century: Status and the Way Forward**. International Atomic Energy Agency. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/news/fusion-energy-in-the-21st-century-status-and-the-way-forward>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global electricity demand is growing faster than renewables, driving strong increase in generation from fossil fuels - News - IEA**. Disponível em: <https://www.iea.org/news/global-electricity-demand-is-growing-faster-than-renewables-driving-strong-increase-in-generation-from-fossil-fuels>. Acesso em: 24 nov. 2021.

JIANG, Zheng et al. Turning carbon dioxide into fuel. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 368, n. 1923, p. 3343-3364, 2010.

JORNAL NACIONAL. **Crise energética na China atinge milhões de pessoas no país e provoca reflexos na Europa**. G1, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/09/29/crise-energetica-na-china-atinge-milhoes-de-pessoas-no-pais-e-provoca-reflexos-na-europa.ghtml>. Acesso em: 24 nov. 2021.

KLEINER PERKINS. **Our History**. Kleinerperkins.com. Disponível em: <https://www.kleinerperkins.com/our-history/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

KOROSEC, Kirsten. **ChargePoint to buy European charging software startup for \$295M.** TechCrunch. Disponível em: <https://techcrunch.com/2021/07/20/chargepoint-to-buy-european-charging-software-startup-for-295m/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

KOROSEC, Kirsten. **Volkswagen-backed QuantumScape to go public via SPAC to bring solid-state batteries to EVs.** TechCrunch, 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2020/09/03/vw-backed-quantumscape/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

KREY V., O. MASERA, G. BLANFORD, T. BRUCKNER, R. COOKE et al., 2014: Annex II: Metrics & Methodology. *In*: EDENHOFER, Ottmar et al. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.** Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change | IPCC. Cambridge University Press, 2015.

KREY, V. et al. Annex ii: Metrics & methodology. *In*: Edenhofer, O. et al. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, 2014.

LEVIN, Tim. **How long does it take to charge an electric car? It depends.** Business Insider. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/how-long-does-it-take-to-charge-electric-car-tesla-2021-10>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

LEVY-WEISS, Gigi. **How VCs Think: The Psychology That Drives Investing Decisions.** 2019. Disponível em: <https://www.nfx.com/post/how-vcs-think-investing-decisions/>. Acesso em: 26 nov. 2021.

LIAO, Rita. **Hellobike, survivor of China's bike-sharing craze, goes electric.** TechCrunch. Disponível em: <https://techcrunch.com/2019/07/14/china-micromobility-hellobike/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

MATHUR, P. **Why investors are raising climate tech funds at a torrid pace.** Disponível em: <https://pitchbook.com/news/articles/climate-tech-startups-and-investors-fundraising>.

Acesso em: 23 nov. 2021.

MATSUBARA, Vitor. **Lembra do Gurgel? Por que não existem mais montadoras 100% nacionais.** UOL. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2020/02/03/lembra-do-gurgel-por-que-nao-existem-mais-montadoras-100-nacionais.htm>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

MEREDITH, S. **\$100 oil? Analysts share their price forecasts after a strong rally in the first half of 2021.** CNBC, 2021 Disponível em: <https://www.cnbc.com/2021/07/02/oil-prices-analysts-on-the-outlook-for-crude-after-strong-first-half.html>. Acesso em: 24 nov. 2021.

MUFSON, S. **Big Oil's green makeover.** Washington Post, 2020. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/climate-solutions/2020/09/15/bp-climate-change-transition/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Earth's rocks can absorb a shocking amount of carbon: here's how.** National Geographic. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/earth-rocks-can-absorb-shocking-amount-of-carbon>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

NETO, João Amato. **Sustentabilidade & Produção: Teoria e Casos.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 272 p. ISBN 8522467552.

NGO, Hope. **Why some bike shares work and others don't.** BBC. Disponível em: <https://www.bbc.com/future/article/20210112-the-vast-bicycle-graveyards-of-china>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

NOGRADY, Bianca. China launches world's largest carbon market: but is it ambitious enough? **Nature**, v. 595, n. 7869, p. 637–637, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01989-7>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

NOGRADY, Bianca. **We've got carbon capture all wrong.** WIRED UK. Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/carbon-capture>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

O'NEILL, Brian C. et al. The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6. **Geoscientific Model Development**, v. 9, n. 9, p. 3461-3482, 2016.

O'ROURKE, Anastasia Rose. **The emergence of cleantech**. Yale University, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **THE 17 GOALS | Sustainable Development**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 23 nov. 2021.

PARRY, Ian et al. **Carbon taxation for international maritime fuels: Assessing the options**. International Monetary Fund, 2018.

PAVANI, Claudia. **O capital de risco no Brasil: conceito evolução perspectivas**. Editora E-papers, 2003.

PICKEN, Joseph C. From startup to scalable enterprise: Laying the foundation. **Business Horizons**, v. 60, n. 5, p. 587-595, 2017.

POWELL, James. Scientists reach 100% consensus on anthropogenic global warming. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 37, n. 4, p. 183-184, 2017.

PRIVATE EQUITY WIRE. **Ten fast-growing scaleups drove UK tech boom in 2020, Tech Nations' report shows**. Private Equity Wire. Disponível em: <https://www.privateequitywire.co.uk/2021/03/17/297271/ten-fast-growing-scaleups-drove-uk-tech-boom-2020-tech-nations-report-shows>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

RAGAZZI, Ana Paula. **Para a Bridgewater, o preço do carbono tem que entrar na planilha | Brazil Journal**. 13 out. 2021. Disponível em: <https://braziljournal.com/para-a-bridgewater-o-preco-do-carbono-tem-que-entrar-na-planilha>. Acesso em: 24 nov. 2021.

RAMSTEIN, Celine et al. **State and trends of carbon pricing 2019**. The World Bank, 2019.

REFINITIV. **Review of Carbon Markets in 2020**. Disponível em:

https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en_us/documents/reports/carbon-market-year-in-review-2020.pdf. Acesso em: 24 Nov. 2021.

REICHLE, David E. *The Global Carbon Cycle and Climate Change: Scaling Ecological Energetics from Organism to the Biosphere*. 2019.

REUTERS. **Factbox: Tesla market cap eclipses that of top 5 rival carmakers combined**. Reuters. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/tesla-market-cap-eclipses-that-top-5-rival-carmakers-combined-2021-10-26/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

RIES, E. *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. 1. ed. New York: Crown Business, 2011. 336 p.

ROCHA, André Ítalo. **O Pátria quer um “lugar ao Sol” e investiu R\$ 1,4 bilhão para conquistá-lo - NeoFeed**. NeoFeed. Disponível em: <https://neofeed.com.br/blog/home/patria-da-start-em-usina-solar-de-r-14-bilhao/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

S&P GLOBAL. **Executives view carbon pricing as “inevitability” in decarbonizing world**. Disponível em: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/executives-view-carbon-pricing-as-inevitability-in-decarbonizing-world-61560447>. Acesso em: 24 nov. 2021.

SAHA, Devashree; MURO, Mark. *Cleantech venture capital: Continued declines and narrow geography limit prospects*. **Brookings Institution Report**, 2017.

SCHAMALENSE, R.; STAVINS, R. **The sordid history of Congressional acceptance and rejection of cap-and-trade: Implications for climate policy | VOX, CEPR Policy Portal**. Disponível em: <https://voxeu.org/article/sordid-history-congressional-acceptance-and-rejection-cap-and-trade-implications-climate-policy>. Acesso em: 24 nov. 2021.

SHELL. **Shell completes acquisition of Inspire Energy Capital**. Shell.us. Disponível em: <https://www.shell.us/media/2021-media-releases/shell-completes-acquisition-of-inspire-energy-capital.html>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

SHETTY, Disha. **A Fifth Of World's Largest Companies Committed To Net Zero Target**.

Forbes, 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/dishashetty/2021/03/24/a-fifth-of-worlds-largest-companies-committed-to-net-zero-target/?sh=3cb78263662f>. Acesso em: 24 nov. 2021.

SNYDER, I.; GURR, G. **Power & renewables M&A soars on back of green policies | White & Case LLP**. Disponível em: <https://www.whitecase.com/publications/insight/us-ma-2021/power-renewables>. Acesso em: 23 nov. 2021.

SOIL CARBON CO. **Solving the smallest organisms to solve the biggest problem**. Soil Carbon Co. Disponível em: <https://www.soilcarbon.co/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

SOULOPOULOS, Nikolas. **When Will Electric Vehicles be Cheaper than Conventional Vehicles?** [s.l.: s.n.], 2017. Disponível em: https://www.blogmotori.com/wp-content/uploads/2017/07/EV-Price-Parity-Report_BlogMotori_COM_MobilitaSostenibile_IT.pdf. Acesso em: 24 Nov. 2021.

SRINIVASAN, Balaji S. **Market Reaserch, Wiewframing, and Design**. Stanford University. Disponível em: https://spark-public.s3.amazonaws.com/startup/lecture_slides/lecture5-market-wireframing-design.pdf. Acesso em: 24 Nov. 2021.

TEMPLE, James. **A startup using minerals to draw down CO2 has scored funding—and its first buyer**. MIT Technology Review. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2021/05/26/1025402/heirloom-stripe-breakthrough-energy-lowercarbon-carbon-removal/>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

THE ECONOMIST. **How do carbon markets work?** | The Economist. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=m5ych9oDtk0>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

THE ECONOMIST. **The EU proposes a carbon tariff on some imports**. Disponível em: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/07/15/the-eu-proposes-a-carbon-tariff-on-some-imports>. Acesso em: 24 nov. 2021.

THE ECONOMIST. **The world urgently needs to expand its use of carbon prices**. The Economist. Disponível em: <https://www.economist.com/briefing/2020/05/23/the-world-urgently-needs-to-expand-its-use-of-carbon-prices?linkId=100000071681329>. Acesso em: 24

Nov. 2021.

THE ECONOMIST. **The world's biggest carbon-removal plant switches on.** The Economist. Disponível em: <https://www.economist.com/science-and-technology/2021/09/18/the-worlds-biggest-carbon-removal-plant-switches-on>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

THE GUARDIAN. **BP axes solar power business.** 2011. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2011/dec/21/bp-axe-solar-power-business>. Acesso em: 24 nov. 2021.

THE GUARDIAN. **Shell dumps wind, solar and hydro power in favour of biofuels.** 2011. Disponível em: <https://www.theguardian.com/business/2009/mar/17/royaldutchshell-energy>. Acesso em: 23 nov. 2021.

THE NEW YORK TIMES. **Apple's C.E.O. Is Making Very Different Choices From Mark Zuckerberg.** *The New York Times*, 2021.

THE VERGE. **Elon Musk says Apple refused a meeting to acquire Tesla.** Disponível em: <https://www.theverge.com/2020/12/22/22195959/elon-musk-tesla-tim-cook-apple-sale-meeting-acquisition-refused>. Acesso em: 23 nov. 2021.

THE WORLD BANK. **Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives.** Worldbank.org. Disponível em: https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data. Acesso em: 24 Nov. 2021.

THE WORLD BANK. **What is Carbon Pricing? | Carbon Pricing Dashboard.** Worldbank.org. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/what-carbon-pricing>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

TOLLEFSON, J. How hot will Earth get by 2100? *Nature*, v. 580, n. 7804, p. 443–445, 22 abr. 2020.

TRACXN, **Tracxn**. Disponível em: <https://tracxn.com/a/user/dashboard>. Acesso em: 24 nov. 2021. Base de dados.

TYEBJEE, Tyzoon T.; BRUNO, Albert V. A model of venture capitalist investment activity. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1051-1066, 1984.

UNFCCC. **The Kyoto Protocol - Status of Ratification** | UNFCCC. Unfccc.int. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/status-of-ratification>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Scope 1 and Scope 2 Inventory Guidance | US EPA**. 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/climateleadership/scope-1-and-scope-2-inventory-guidance>. Acesso em: 24 nov. 2021.

VILAS BOAS RIBEIRO, Artur Tavares. **Startups: como evitar ideias ruins que parecem boas**. Medium. Disponível em: <https://medium.com/deep-wylinka/startups-como-evitar-ideias-ruins-que-parecem-boas-706a562f7267>. Acesso em: 24 Nov. 2021.

WESOFF, E. **Nanosolar, Thin-Film Solar Hype Firm, Officially Dead**. 2013. Disponível em: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/Nanosolar-Thin-Film-Solar-Hype-Firm-Officially-Dead>. Acesso em: 23 nov. 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019) (WMO-No. 1267)**. Paris, 2021. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10902. Acesso em: 24 Nov. 2021.

ZIDER, Bob. How venture capital works. **Harvard business review**, v. 76, n. 6, p. 131-139, 1998.

GLOSSÁRIO

Valuation: processo no qual se calcula o valor financeiro de uma determinada empresa. Também pode significar o próprio valor da empresa medido em alguma unidade monetária.

Market Capitalization: valor de uma empresa listada na bolsa de valores, calculado através da multiplicação entre o número de ações da companhia pelo preço por ação.

Spin-off: subsidiária de uma empresa mãe que é submetida a um processo no qual se separa da empresa original e se torna independente.

Gases de Efeito Estufa: gases que aceleram o aquecimento da Terra, como metano, dióxido de carbono, vapor d'água, ozônio e óxido nitroso.