

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



PUC  
RIO

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**Cleantechs: solução para a agenda pós Acordo de Paris**

Vívian Moreira de Souza

Matrícula: 1511109

Orientadora: Amanda Schutze

Novembro 2019

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



PUC  
RIO

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**Cleantechs: solução para a agenda pós Acordo de Paris**

Vívian Moreira de Souza

Matrícula: 1511109

Orientadora: Amanda Schutze

Novembro 2019

---

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

As opiniões expressas nesse trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer à toda minha família, pela união e amor durante toda minha vida.

Aos meus pais, Ricardo e Heloisa, que me apoiaram em todos os momentos, vivenciaram os meus desafios e venceram as batalhas ao meu lado. Ao meu pai, que me ensinou a ser perseverante, que aprendeu o que eu não estava entendendo para poder me explicar, que me instigou quanto assuntos de economia e me incentivou a sempre me desenvolver. À minha mãe, professora de medicina veterinária, que compartilhou suas técnicas e experiências para me apoiar na elaboração deste trabalho. Vocês são meus maiores exemplos.

À minha irmã, Úrsula, que sempre me ensina a compreender melhor as pessoas, mesmo sendo 8 anos mais nova.

À Mimi, que esteve presente em todos os momentos da minha vida.

Aos meus avós, Iran, Jeanette, Décio e Cléa, pelo amor incondicional e por serem a base de tudo. Em especial ao meu avô Iran, economista, é uma honra poder compartilhar da mesma formação. À minha avó Cléa, que me formou como pessoa e me ensinou durante todas as etapas da minha vida.

Às minhas melhores amigas, que viveram os melhores momentos comigo, assim como compartilharam as inseguranças de casa fase. Felizmente, podemos olhar para trás e dizer que tudo deu certo.

Aos meus amigos da PUC, meus parceiros de carreira, obrigada por toda cumplicidade e esforço conjunto. Sem vocês não teria conseguido chegar aqui. Em especial, ao meu grupo de amigas que trouxe muita alegria ao longo desses anos.

À minha professora e orientadora, Amanda Schutze, que acompanhou e direcionou a formação deste trabalho. Obrigada pela atenção e por compartilhar seus conhecimentos técnicos e teóricos. É extremamente significativa ter uma referência feminina no meio das ciências econômicas.

A todos os professores do departamento de economia da PUC Rio pelo ensino de excelência.

Por fim, à vida, que me deu a chance de me apaixonar por essa carreira e encontrar tantas pessoas enriquecedoras.

# Sumário

<b>I.</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>II.</b>	<b>Contextualização.....</b>	<b>8</b>
	ii.i) O Acordo de Paris.....	8
	ii.ii) NDC brasileira.....	9
	ii.iii) Setor de energia na NDC.....	11
	ii.iv) Solução para cenário da NDC: Cleantechs.....	12
<b>III.</b>	<b>Setor de Energia.....</b>	<b>14</b>
	iii.i) Energia limpa.....	14
	iii.ii) Eficiência Energética.....	16
<b>IV.</b>	<b>Cleantech.....</b>	<b>20</b>
	iv.i) Solução: cleantechs.....	20
	iv.ii) O conceito de cleantech.....	20
	iv.ii) <i>Drivers</i> globais.....	21
	iv.iv) Startups de cleantech brasileiras.....	25
	iv.v) Cleantechs no setor de energia.....	28
	iv.vi) Motivação a inovar.....	31
	iv.vii) Aporte de capital.....	32
<b>V.</b>	<b>Alternativas de financiamento.....</b>	<b>34</b>
	v.i) <i>Green bonds</i> – títulos verdes.....	34
	v.ii) Fundos de <i>venture capital</i> .....	36
<b>VI.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>41</b>
<b>VII.</b>	<b>Referência bibliográfica.....</b>	<b>43</b>

## Lista de Quadros e Gráficos

Quadro 2.1: Classificação do setor de cleantech

Gráfico 3.1: Percentual de melhora na eficiência energética (2000-16)

Gráfico 3.2: Consumo de energia elétrica (GWh) no SIN por classe (2015-18)

Gráfico 3.3: Consumo industrial de energia elétrica por setor (2018)

Gráfico 4.1: Fases de maturidade do negócio

Gráfico 4.2: Segmento de tecnologia limpa

Gráfico 4.3: Subsegmentos em energia limpa

Gráfico 4.4: Subsegmentos em eficiência energética

Gráfico 4.5: Subsegmentos em armazenamento de energia

Gráfico 4.6: Motivação para a inovação

Gráfico 4.7: Aporte de capital nos segmentos de cleantech

Gráfico 5.1: Emissões de títulos verdes por setor no Brasil até 2019

## I) Introdução

Os cientistas do grupo IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) alertam que se o ser humano continuar com o ritmo de emissão de gases de efeito estufa (GEE) sem tomar medidas de mitigação, a temperatura média global vai subir entre 3,7°C e 4,8°C até 2100, em comparação com o nível pré-industrial. Além do evidente aumento da temperatura e consequente aumento do nível do mar, fenômenos climáticos extremos como secas, inundações e ciclones serão muito mais frequentes. O resultado desse cenário não só alterará a dinâmica do planeta, como colocará em risco diversas vidas e ecossistemas.

Com a preocupação mundial em tentar reverter esse quadro alarmante, durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), realizada em 2015, foi aprovado o Acordo de Paris. Assinado por 195 países, este acordo busca comprometer os participantes com metas ambiciosas para evitar a todo custo um aumento da temperatura no final deste século para além de 2°C, limitando-o a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais. Portanto, seu objetivo central é fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidarem com os impactos decorrentes dessas mudanças.

Para que alcance o seu propósito, o Acordo de Paris estabelece metas e objetivos específicos para cada país, por meio da adoção de compromissos nacionais - as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs - *Nationally Determined Contributions*). Cada país apresentou para a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) uma agenda de redução de emissões dos GEE, de acordo com a sua respectiva viabilidade no âmbito social e econômico.

O texto apresentado pelo Brasil contempla metas para os setores florestal, de energia, agrícola, industrial e de transporte, direcionando o país para uma economia de baixo carbono. Por conta da relevância do setor de energia na agenda da NDC brasileira, este estudo abordará o conteúdo a partir da perspectiva do setor energético.

Afim de implementar de fato as NDCs, diversos desafios deverão ser superados no âmbito jurídico, econômico, governamental e tecnológico. Como a transição para uma economia de baixo carbono está fundamentada em novas tecnologias, exploraremos como as empresas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias limpas – cleantechs - atuam como solução para este cenário.

O setor de energias renováveis e de eficiência energética terminam por compreender a maior área de atuação das cleantechs. Portanto, primeiro compreenderemos as especificidades desses dois setores e, em seguida, analisaremos os desafios e oportunidades das cleantechs no contexto da NDC.

Afim de viabilizar a expansão e sucesso dessas iniciativas, analisaremos também os canais de financiamento, como os títulos verdes que estão em voga mundialmente e os fundos de *venture capital*.



## II) Contextualização

### II.I) O Acordo de Paris

Com o objetivo de mobilizar a comunidade internacional para tomar medidas para mitigar o aquecimento global, durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da UNFCCC em 2015, foi aprovado o Acordo de Paris. Este propõe que países adotem, voluntariamente, metas e princípios – as NDCs - para a redução dos gases de efeito estufa (GEE), moldadas para a situação econômica e social de cada país. Este, portanto, tem como objetivo conduzir o aquecimento global para níveis bem abaixo de 2°C, em relação ao níveis pré-industriais. A partir de cenários traçados pelo IPCC (2018), alerta-se a necessidade de perseguir esforços para limitá-lo à 1,5°C para que pessoas e ecossistemas não sofram tão severamente com a mudança climática.

A partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, nações passaram a se reunir para discutir e avaliar princípios relacionados à proteção do meio ambiente. Ao longo do tempo, diversas reuniões e acordos foram firmados, desenvolvendo pesquisas e difundindo os riscos do aquecimento global. Nessa linha de progresso, o Protocolo de Quioto (1997) foi o primeiro a estabelecer metas objetivas para a redução dos GEEs. No entanto, pelo fato de só abranger os países desenvolvidos, os grandes responsáveis pelas emissões dos GEE nos séculos anteriores, não alcançou os objetivos almejados.

Já o Acordo de Paris aparece num cenário muito mais favorável à efetiva implementação das metas graças ao seu processo. Primeiramente, este tratado pretende, desde sua base, contemplar todas as nações. Seu caráter voluntário permite que cada país molde seu compromisso com a comunidade internacional, além de estabelecer bases cooperativas. Um outro ponto levantado por profissionais do Greenpeace foi o rápido processo para que este acordo pudesse entrar a vigor.

De forma a compreender a relevância deste último ponto, a dinâmica dos tratados internacionais ocorre da seguinte forma:

Ao país assinar, sinaliza-se primeiramente o interesse em participar do acordo. Apesar de esperar-se que o país não seja contraditório, ainda não há obrigações legais. Após a ratificação, o país se torna de fato membro oficial do acordo, lidando com responsabilidades jurídicas. Finalmente, ao atingir a meta de ratificações, o acordo entra em vigor.

Como o Acordo de Paris foi assinado por 195 países e em menos de 1 ano conseguiu atingir a meta mínima de adesão, constata-se uma forte motivação por parte da comunidade internacional em buscar efetivar as medidas de mitigação do aquecimento global. Portanto, como este acordo é mais sólido e resiliente comparado ao Protocolo de Quioto, espera-se observar mudanças reais em direção à descarbonização da economia mundial.

A agenda de redução de emissão dos GEE foi elaborada de acordo com o contexto de cada país. Dessa forma, cada nação apresentou um texto à Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) - as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs - *Nationally Determined Contributions*). Após a ratificação, cada país tem a obrigação legal de cumprir com as metas apresentadas.

## II.II) NDC brasileira

Em setembro de 2015, ainda com status de INDC (*Intended Nationally Determined Contribution* – devido ao caráter de intenção que possuía naquele momento), a contribuição brasileira foi apresentada à Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU).

Conforme o texto apresentado, o Brasil se compromete a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% em 2025 e em 43% em 2030, baseados nos níveis registrados em 2005. Para esses objetivos serem alcançados, será necessário a transição efetiva para uma matriz energética baseada em fontes renováveis e para a descarbonização de nossa economia. Num contexto de desenvolvimento sustentável e da cobertura dos canais financeiros e tecnológicos necessários para essa transição, o Brasil perseguirá as seguintes metas para reversão do regime climático:

- Setor Florestal:
  - Fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal;
  - Fortalecer políticas e medidas com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030;
  - Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;

- Ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis;

- Setor de Energia:

- Aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel;

- Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:

- Expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030;

- Expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar;

- Alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.

- Setor Agrícola:

- Fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030;

- Setor Industrial:

- Promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono;

- Setor de Transportes

- Promover medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

Como a NDC apresenta metas interdependentes, estas precisam estar articuladas para que os setores compreendidos alcancem conjuntamente o objetivo final de uma economia de baixo carbono. O desafio é criar uma agenda de execução que consiga coordenar de forma eficiente a ação de cada setor.

## II.III) Setor de Energia na NDC

Ao analisarmos a coesão entre os setores de transporte, florestal e industrial com o setor de energia de acordo com as metas da NDC, compreendemos de forma mais clara sua magnitude. Ao setor de transportes buscar promover medidas de eficiência e, ao setor florestal buscar restaurar e reflorestar florestas e por fim, ao setor industrial buscar ampliar medidas de eficiência energética, estes estão, ao mesmo tempo, contribuindo para transição do setor de energia.

O cumprimento da meta de aumento na participação da bioenergia depende do setor de transporte, consumidor principal dos biocombustíveis. Já os ganhos de eficiência no setor elétrico contam com ganhos no setor industrial, a partir do desenvolvimento e utilização de máquinas e processos mais eficientes. A maior utilização de biomassa renovável para geração de energia no Brasil conta com a ampliação da área de reflorestamento no país, o que pode criar as condições para a ampliação da utilização de termelétricas à biomassa associadas a áreas de florestas plantadas (Florestas Energéticas). Dessa forma, percebemos que medidas para alcançar as metas do setor de energia culminam por extrapolar seus efeitos positivos para os outros setores mencionados (externalidade positiva).

O relatório do CEBDS (2017) afirma que ao avaliar as sinergias e ganhos de eficiência em escala dos setores, a priorização de medidas no setor de energia tende a beneficiar os demais setores cobertos pela NDC. Portanto, dada a hierarquia dos setores para alcançar as metas da NDC, nos basearemos na perspectiva do setor energético.

## II.IV) Solução para cenário da NDC: Cleantechs

A transição para uma economia de baixo carbono está fundamentada em novas tecnologias. Portanto, o risco tecnológico é um desafio importante para a implementação da NDC. Segundo CEBDS (2017), um conjunto de oportunidades podem ser exploradas por todos os setores a partir de tecnologias comercialmente disponíveis, desde que as barreiras de financiabilidade sejam removidas e os incentivos pela precificação do carbono sejam estabelecidos. A partir dessa motivação, exploraremos ao longo desse estudo o setor de inovação em tecnologias limpas – o setor de cleantech.

O termo cleantech (*clean technology*), segundo Kachan&Co, representa uma gama diversificada de produtos, serviços e processos, todos destinados a: Fornecer desempenho superior a custos mais baixos, enquanto reduz ou elimina o impacto ecológico negativo, ao mesmo tempo que faz uso mais eficiente e responsável dos recursos naturais. No relatório “*Mapeamento do ecossistema de startups de cleantech no Brasil*”, os autores identificam as seguintes características para que uma solução de cleantech possua para ser reconhecida com tal. São elas:

- Fazer mais com menos;
- Ser menos poluentes;
- Possuir modelo(s) de negócios rentável(is).

Dessa forma, essas soluções não buscam ser comercializáveis apenas pelo caráter ecológico, e sim por se enquadrarem competitivamente às novas demandas do mercado global.

Segundo a classificação de Kachan (Quadro 2.1) apresentada no relatório “*Mapeamento do ecossistema de startups de cleantech no Brasil*”, esse setor é dividido em oito grandes segmentos, que por sua vez, se ramificam em diversas subcategorias.

Quadro 2.1: Classificação do setor de cleantech

<b>Armazenamento de energia</b>	<b>Eficiência</b>	<b>Energia Limpa</b>	<b>Transporte</b>
Armazenamento químico	Redes inteligentes	Eólica	Veículos
Armazenamento térmico	Arquitetura verde	Solar	Gestão de tráfego
Armazenamento mecânico	Cogeração	Biomassa	Infraestrutura
Armazenamento elétrico	Semicondutores	Geotérmico	
	Consumo colaborativo	Energia dos oceanos	
		Resíduos (WTE)	
		Hídrica	
<b>Ar e Meio Ambiente</b>	<b>Indústria limpa</b>	<b>Água</b>	<b>Agricultura</b>
Sequestro de carbono	Inovação em materiais	Produção	Cultivo
Mercado de carbono	Inovação em design	Tratamento	Silvicultura sustentável
Controle de emissões	Inovação em equipamentos	Distribuição	Criação de animais
Biorremediação	Processos produtivos	Eficiência no uso	Aquicultura
Reaproveitamento de resíduos	Monitoramento/conformidade	Monitoramento	
Monitoramento/conformidade	Embalagem ecológica	Conformidade	

**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

Segundo a Cumming, Henriques e Sadorsky (2016), os segmentos de Energia Renovável e Eficiência Energética terminam por corresponder a 70% das cleantechs. Portanto, dada a importância de priorizar o setor de energia para o cumprimento das metas da NDC, é extremamente relevante a confirmação do interesse do empreendedor em investir e inovar nesse setor.

## III) Setor de Energia

### III.I) Energia Renovável

Enquanto a matriz elétrica mundial está baseada principalmente em fontes não renováveis, como o carvão e o gás natural, o Brasil possui uma matriz majoritariamente renovável. Devido às dimensões geográficas e abundância de recursos naturais, as usinas hidrelétricas terminam por compreender a principal fonte de energia do país. No entanto, a magnitude dessas usinas compromete todo o ecossistema ao seu redor, não condizendo com as propostas ambientais discutidas no Acordo de Paris.

Ao destacar a expansão das energias renováveis salvo a hídrica, o texto da NDC brasileira aponta a necessidade de descentralizar nossa matriz elétrica, diversificando-a na direção das energias alternativas. Por este caminho, gera-se menor impacto socioambiental, reduzindo a missão dos GEE e evitando a remoção de populações e a degradação no uso do solo.

No sentido contrário aos acordos internacionais, tem ocorrido uma crescente utilização das termelétricas brasileiras. Dada a complementariedade que esta fonte possui com as hidrelétricas, estas deveriam ser acionadas em períodos de estiagem, sendo utilizadas com uma baixa frequência. No entanto, desde 2013, as termelétricas vêm sendo utilizadas intensamente, por longos períodos contínuos no ano. Apesar do menor custo de investimento, essas usinas têm menor eficiência energética, contribuindo significativamente para emissão dos GEE. Dessa forma, é preciso reavaliar o modelo hidrotérmico da matriz brasileira.

As energias renováveis são aquelas que utilizam recursos naturais ilimitados, como sol, vento, chuva e marés, para gerar energia. Todas elas são caracterizadas por utilizarem uma fonte de energia primária considerada renovável e com ciclos contínuos. Dessa forma, essas energias vêm como alternativa ao modelo energético atual – baseado em energias fósseis – por conta de sua disponibilidade futura garantida e pelo baixo impacto ambiental. Nesse universo, as mais relevantes para nossa discussão são a energia eólica, solar e biomassa.

Dada a intermitência da provisão de energia por estas fontes, é necessário avaliar e coordenar a ampliação destas. O Brasil possui uma posição privilegiada para acomodar a expansão das fontes alternativas graças a abundância das fontes primárias e da sincronia entre as sazonalidades regionais. Dessa forma, com a abundância e a sazonalidade combinadas, gera-se flexibilidade e constância na produção de energia.

Possuímos diversas oportunidades para aproveitar o potencial brasileiro quanto a energia solar, eólica e de biomassa. No Nordeste temos um excelente índice de irradiação solar e ventos constantes e unidirecionais, com alta produtividade energética. Em todo o território nacional, temos uma grande capacidade de explorar a geração de energia associado à biomassa, ao reflorestamento e resíduos de madeira.

Quanto à sazonalidade, durante o período seco no Sudeste, há uma queda da produção de energia pelas hidrelétricas. No entanto, é o momento de colheita da cana-de-açúcar, assim como o momento de maior intensidade dos ventos no Nordeste. Assim, a energia elétrica advinda do bagaço e dos ventos complementa perfeitamente a queda nas hidrelétricas. Outra exemplificação trivial das sinergias existentes é a sazonalidade diária. Durante o dia aproveita-se para geração solar fotovoltaica, associado ao período da noite para geração eólica, em que os ventos possuem maior intensidade.

Dessa forma, possuímos um cenário muito favorável para a transição energética tanto no âmbito socioambiental, como no econômico. O dinamismo do Sistema Elétrico Brasileiro se deve à preponderância das hidrelétricas, à capacidade destas de estocagem através dos reservatórios hídricos e da facilidade de troca de energias graças ao sistema de transmissão que atende 98% da carga do país. Com esses fatores combinados à abundância e sazonalidade das renováveis, teremos uma expansão com custos de integração reduzidos.

Os incentivos às renováveis relativos à esfera governamental começaram no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) em 2002. Foi estipulado uma meta inicial de aumentar em 3,3 GW a participação de eólicas, solares e pequenas centrais hidrelétricas na matriz energética brasileira. Neste programa, o governo compra energia de novos projetos de geração através de contratos de 20 anos, remunerados à uma tarifa acima do valor de mercado. Ao garantir que esses contratos de longo prazo fossem



protegidos da competição, houve a inibição dos incentivos para desenvolver novas tecnologias para reduzir custos de produção.

Contudo, ainda existe uma série de desafios a serem superados para que as energias alternativas sejam viabilizadas com sucesso. A dificuldade de expandi-las deve-se ao custo mais elevado que essas fontes ainda apresentam em relação as fontes convencionais, ao aumento da complexidade da operação e aos custos de mudança nos atuais marcos regulatórios e de negócios no setor.

Existem também fatores de incerteza intrínsecos a essas fontes, como a variabilidade de suas fontes primárias, comprometendo a projeção de oferta. O cenário macroeconômico e cambial também adicionam outros fatores de incerteza, dificultando empréstimos internacionais para implementação de projetos.

Dentre todas as barreiras, vamos buscar ao longo desse estudo desenvolver alternativas ao que Losekann e Hallack (2018) definem como a questão estrutural. O grande problema que as empresas de energia se deparam no Brasil é a dificuldade de financiamento de infraestrutura através do setor privado. Assim como grande parte do financiamento de infraestrutura, a indústria de energia vem dependendo fortemente do financiamento do BNDES para ser efetivamente construída.

Porém, de forma a fomentar a indústria doméstica, o financiamento do BNDES está condicionado a políticas de conteúdo local (PCL), específicas para as novas renováveis. Portanto, a dificuldade de encontrar outras formas de financiamento está comprometendo a competitividade das novas tecnologias, bloqueando a evolução e implementação destas.

### III.II) Eficiência Energética

Dentro das metas estipuladas no texto da NDC brasileira para o setor de energia, as medidas de eficiência energética (EE) possuem um grande potencial para contribuir com esse desafio. Por conta dos programas de EE terem sido historicamente estruturadas sem planejamento de longo prazo, apenas como resposta a choques de escassez de energia, o Brasil se encontra num patamar de EE atrasado. Dessa forma, ao alocar

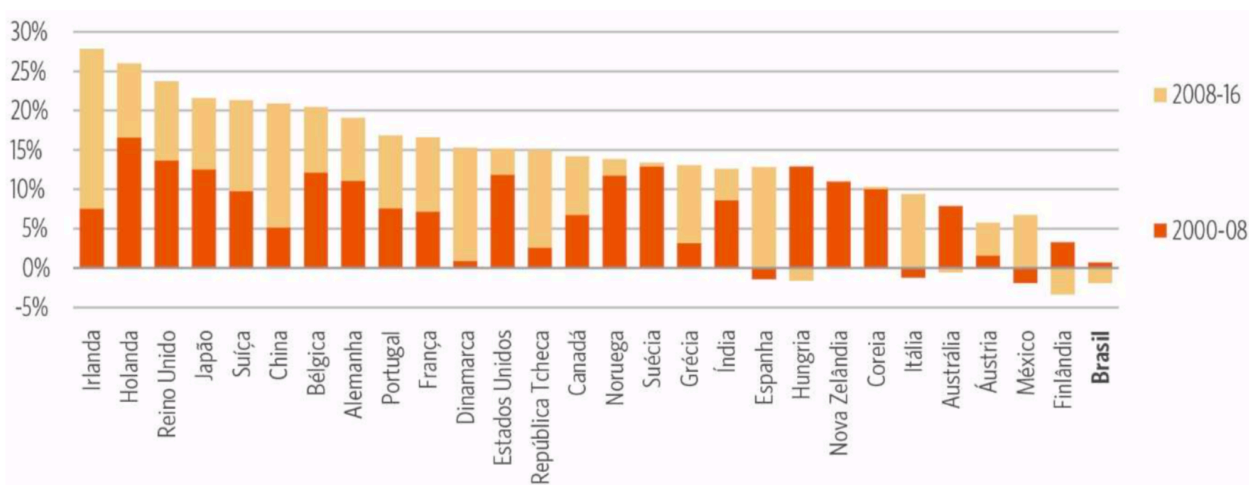
esforços para desenvolver esse setor, gera-se menor necessidade de consumo de energia, levando à redução da emissão dos GEE e fomentando o crescimento econômico.

Eficiência Energética é o conjunto de ações que reduzem a quantidade de energia utilizada para prover produtos e serviços (CEBDS 2016). Através destas é possível utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados em energia. Portanto, o desenvolvimento e implementação dessas ações contribui para a agenda do século XXI de crescimento econômico global articulado com as premissas de baixo impacto ambiental.

A implementação de ações para desenvolver a EE no Brasil surgiu como resposta imediatista às crises de oferta energética. Primeiro, em decorrência aos choques internacionais do petróleo em 1973 e em 1979, em seguida, à crise do financiamento na década de 80 e, por fim, à crise hídrica de 2001 que levou ao racionamento de energia. Assim, a falta de planejamento de longo prazo resultou em uma posição muito atrasada do Brasil frente ao avanço da EE no resto do mundo.

A partir do gráfico 3.1, podemos comparar o efeito da EE sobre o consumo de energia entre diferentes países. No Brasil, além dos benefícios da EE contribuírem pouco para a redução de consumo de energia no período de 2000 à 2008, estes terminam por retroceder no período seguinte de 2008 à 2016. CEBDS (2014) também demonstra que o Brasil captura menos de 30% de seu potencial em EE. Portanto, as políticas e ações de EE se mostram extremamente ineficientes.

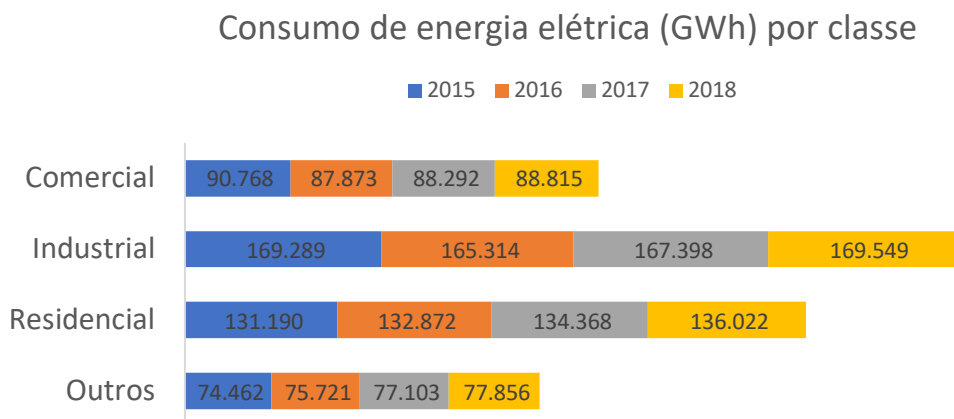
Gráfico 3.1: Percentual de melhora na eficiência energética (2000-16)



Fonte: Adaptado da IEA (2017)

Ao contrário do resto do mundo, as políticas e programas de EE no Brasil focam nos consumidores residenciais. Porém, como visto no Gráfico 3.2, o setor responsável pelo maior consumo de energia é o industrial. Assim, com o Brasil se comprometendo a alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030, as políticas de EE deverão ser redirecionadas para o setor industrial.

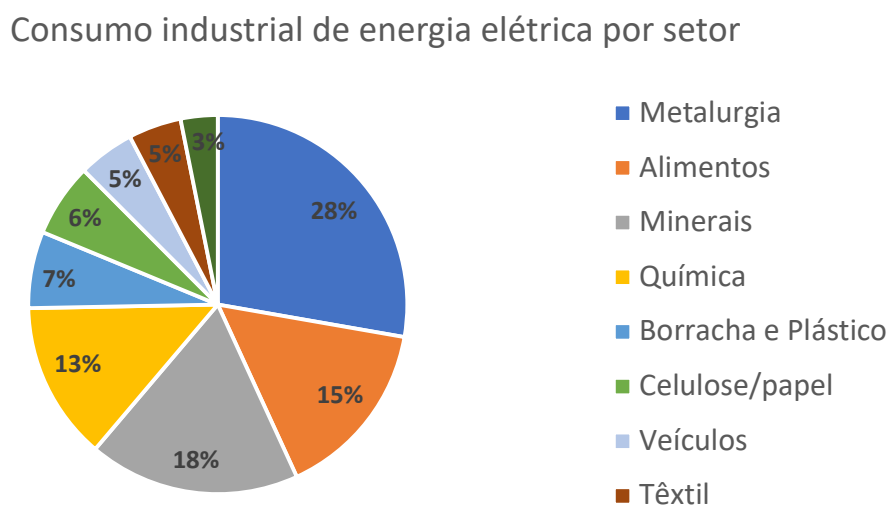
**Gráfico 3.2:** Consumo de energia elétrica (GWh) no SIN por classe (2015-18)



Fonte: EPE

Em especial, segundo o Gráfico 3.2, os setores de metalurgia, minerais e alimentos correspondem por mais da metade do consumo de energia industrial. Dessa forma, esses setores energético-intensivos são o alvo para medidas de EE.

**Gráfico 3.3:** Consumo industrial de energia elétrica por setor (2018)



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE)

Além de diminuir a emissão dos GEE, a oportunidade de diminuir a necessidade de energia elétrica gerará ganhos econômicos. A indústria brasileira poderá assim aumentar sua produtividade, se inserindo em um novo patamar de competitividade.

Vinculado à expectativa futura de crescimento para PIB brasileiro, há maior demanda por energia para o aumento da produção, portanto, maiores custos e maior poluição por parte das usinas térmicas. No entanto, se medidas de EE forem implementadas, haverá menor necessidade de energia, reduzindo os custos da indústria e reduzindo a necessidade de acionar as térmicas. Por esse caminho, estamos nos direcionando para o sucesso econômico e ambiental – se alcançarmos as metas da NDC.

Porém, o grande desafio das soluções de EE se encontra ao buscar acesso ao crédito. Devido a dificuldade de se medir e fazer compreender a eficiência energética projetada, empresas não conseguem financiar esses projetos via mercado de capitais. Assim, para fomentar e concretizar esses projetos, é preciso articular os canais de financiamento.

Desde 2006, o BNDES possui uma linha de financiamento, o PROESCO, para projetos comprovados de eficiência energética ou que promovam a substituição de energias fósseis por renováveis. Em 2016, esse programa se tornou o BNDES Eficiência Energética, havendo uma ampliação das condições de financiamento. No entanto, apesar de existirem outras linhas de crédito, o BNDES apenas aprovou o financiamento de 28 projetos de EE<sup>1</sup>. Este dado explicita a dificuldade que os agentes do banco têm ao avaliar esses projetos, prejudicando o acesso de diversas empresas de EE às linhas de financiamento.

---

<sup>1</sup> Panorama da Eficiência Energética no Brasil, *Climate Policy Initiative* (2017)

## IV) Cleantech

### IV.I) Solução: Cleantechs

Apesar do Brasil possuir uma matriz elétrica com grande representatividade das energias renováveis, precisamos ainda ampliar a presença das energias alternativas. Quanto ao cenário de eficiência energética, a abrangência dos incentivos, projetos e ações atuais não cobrem o potencial que temos. Assim, de modo a adaptar o setor energético – essencialmente conservador - às metas impostas pela NDC brasileira, será necessário contar com tecnologias inovadoras para trazer uma nova dinâmica para este setor.

De acordo com CEBDS (2017), existem 5 desafios gerais a serem superados no contexto da NDC. Primeiro, esse relatório aponta a insegurança jurídica como obstáculo à atuação privada e ampliação de investimentos. Em seguida, dado a limitação dos recursos públicos, aponta-se a necessidade de desenvolver o mercado de capitais para reduzir as barreiras de financiabilidade. A inevitabilidade do investimento em infraestrutura por parte do governo e a falta instrumentos de mercado, como a precificação do carbono, também aparecem como barreiras para que se alcance as metas. Por fim, o último ponto se refere ao papel do governo em mitigar o risco tecnológico através de subvenções, políticas de P&D e instrumentos econômicos para ganho de escala.

Com a necessidade de diminuir a emissão dos GEE, processos serão reinventados para se enquadrarem às novas demandas mundiais. As empresas que estão frente à efetiva transição para uma economia de baixo carbono e que estão tendo que lidar justamente com o risco tecnológico são as cleantechs. Portanto, ao longo deste capítulo, entenderemos o contexto que as empresas de cleantech estão inseridas e as oportunidades e desafios enfrentados por elas.

### IV.II) O conceito de cleantech

Pernick e Wilder (2007) definem o termo cleantech (*clean technology*) como qualquer produto, serviço ou processo que gere valor utilizando uma quantidade limitada ou nula de fontes não renováveis e que produza menos desperdício que ofertas convencionais. Os autores elencam 5 pontos para que seja uma solução cleantech:

- Aproveitar materiais e fontes de energia renováveis ou reduzir o uso de recursos naturais, utilizando-os com mais eficiência e produtividade;
- Diminuir ou eliminar poluição e lixo tóxico;
- Oferecer desempenho igual ou superior às ofertas convencionais;
- Fornecer aos investidores, empresas e consumidores a promessa de maiores retornos, custos reduzidos e preços mais baixos;
- Criar trabalhos de qualidade em gerenciamento, produção e implantação.

A indústria de cleantech é composta por 4 setores abrangentes: energia, transporte, água e materiais. Esta indústria compõe não apenas o setor de energia renovável e reciclagem, como também o de eficiência energética, eficiência tecnológica, transporte verde, motores elétricos, materiais avançados, agricultura verde, entre outros. Estas englobam tecnologias amplamente conhecidas como a energia solar fotovoltaica, energia eólica, biocombustíveis, bioplásticos, veículos híbridos e dessalinização da água por osmose, assim como tecnologias ainda emergentes.

A presença de empresas e projetos que desenvolvam novas soluções limpas é extremamente importante para a transição da matriz energética mundial. Estas aparecem como protagonistas na agenda pós Acordo de Paris não só por serem uma solução para a crise climática, como por apresentarem oportunidades de ganhos para a economia e para a sociedade como um todo.

### IV.III) Drivers globais

Pernick e Wilder (2007 e 2012) possuem uma posição extremamente otimista quanto ao deslanche desta indústria. Por ser um negócio dinâmico e lucrativo, eles avaliam como uma oportunidade de investimento para companhias já estabelecidas, para empreendedores e investidores no geral. Os autores enumeram 6 forças globais para o sucesso e rápido crescimento das cleantechs - os chamados 6 C's: custo, capital, competição, consumidores, clima e conectividade.

- **Custo**

Parte-se da seguinte convergência entre movimentos: enquanto o custo da energia advinda de fontes fósseis tem uma tendência futura de alta, o custo da energia produzida pelas cleantechs tende a cair.

Quando uma nova tecnologia limpa é introduzida no mercado, normalmente esta não possui competitividade quando comparada às soluções convencionais. No entanto, conforme o processo de produção vai ganhando eficiência, confiança e escalabilidade, as tecnologias limpas se tornam mais baratas. Um exemplo são os painéis de energia solar fotovoltaica que sofreram uma redução de seu custo de produção e implantação ao longo do tempo, se tornando uma fonte energia amplamente difundida.

No entanto, esse processo é característico de um processo de inovação no geral. O que torna o setor de energia alternativas, por exemplo, extremamente competitivo futuramente é a limitação dos recursos naturais que as fontes fósseis possuem como energia primária. Para a produção energia através das fósseis, o custo de tecnologia é estável e previsível por ser uma tecnologia madura e amplamente inserida. Portanto, o determinante do custo de energia é o combustível.

Já nas energias alternativas, o custo do combustível não existe – o sol, o vento, as ondas são de graça. Dessa forma, apesar de existir uma sazonalidade que dificulta a previsibilidade exata no curto prazo, à longo prazo, essas fontes são muito menos voláteis. Prever o preço futuro do carvão, petróleo ou gás natural é muito mais difícil por questões de geopolítica e por serem recursos limitados.

- **Capital**

A partir de 1970, investimentos em cleantechs, antes feitos apenas pelos governos em P&D, passaram a ser o foco de empresas multinacionais, fundos de *venture capital*, e investidores institucionais. Apesar do governo ainda ter um papel essencial, esse cenário com novos agentes mudou a dinâmica de investimentos e trouxe as cleantechs para a frente comercial futuramente. O influxo de capital público e privado está impulsionando o crescimento deste setor e ditando as novas regras de competitividade.

- **Competição**

Há um movimento mundial em busca da independência energética em resposta à limitação de recursos e à instabilidade de oferta destes, como o caso do petróleo no Irã, Líbia e Venezuela. As cleantechs estão sendo impulsionadas por países com grande

demanda de recursos como a China, Índia e outros países em desenvolvimento. Portanto, as tecnologias limpas que estão mais em destaque para atender esses países estão nos setores de energia, transporte, construção e fornecimento de água.

Nesse cenário, a China como maior consumidor de carvão, ferro, carne e grãos e segundo maior consumidor de petróleo do mundo – atrás dos EUA, se estabeleceu como o competidor chave. Dada a limitação de recursos, a China sabe que se não abraçar a tecnologia, não será possível manter seu crescimento. Visando o futuro da economia chinesa, os chineses desenvolveram um centro de P&D especializado em *clean technology*, gerando um rápido crescimento de inovações. A intensidade desses projetos é identificada pela posição da China como maior produtor de painéis solares e como o maior mercado para energia eólica.

- **Consumidores**

Pernick e Wilder (2007) afirmam que sem demanda do consumidor, nenhum mercado se materializa. Com os altos preços de energia, elevados níveis de poluição e com maior preocupação mundial com as mudanças climáticas e com a volatilidade dos fósseis dado a geopolítica, está havendo maior demanda por produtos e serviços cleantech.

Portanto, tanto novos adeptos às tecnologias limpas, como o consumidor que acabou de instalar o painel solar em casa ou comprou um carro híbrido, como consumidores regulares, que estão, por exemplo, buscando melhorar a eficiência energética de sua casa, estão impulsionando a demanda por cleantechs.

No Canadá e nos EUA consegue-se ver o efeito dessa mudança do comportamento e demanda do consumidor diretamente no comércio. Em 2011, a famosa varejista IKEA parou de vender lâmpadas incandescentes, disponibilizando apenas lâmpadas fluorescentes e de LED - que diminuem a necessidade de energia elétrica, aumentando a eficiência energética.

- **Clima**

Todo o debate em torno do Aquecimento Global está demandando mudanças a nível individual, corporativo, nacional e mundial. Indivíduos estão buscando mudar sua forma de consumo, empresas estão sendo avaliadas e avaliadas por critérios ESG<sup>2</sup>, países se

---

<sup>2</sup> ESG (*Environmental, Social, Governance*): indicador corporativo de melhores práticas ambientais, sociais e de governança. Este identifica negócios sólidos, com baixo custo de capital e maior resiliência contra riscos associados a clima e sustentabilidade.



comprometeram com as metas do Acordo de Paris e há todo um empenho de nações para discutir e mobilizar ações para uma economia mundial de baixo carbono. Portanto, essa preocupação com as mudanças climáticas está impulsionando novas atitudes e projetos em diferentes esferas, aumentando a demanda por novas soluções limpas.

- **Conectividade**

Este último ponto faz referência à presença e velocidade das tecnologias de comunicação como forças impulsionadoras do crescimento da indústria de cleantech. Esta começou a ganhar relevância no começo dos anos 2000, emergindo num mundo global e digital. Portanto, temos uma indústria em que além das conexões se darem de forma muito mais rápida, as tecnologias criadas possuem intrinsecamente essa dinâmica.

Tecnologias desenvolvidas dentro do conceito de *smart grid*<sup>3</sup> – rede elétrica inteligente – utilizam necessariamente sistemas de telecomunicações para realizar suas funções essenciais. A partir da troca de dados e informações entre o consumidor/produzidor e os centros de controle, há uma avaliação e controle do processo, maximizando a eficiência na geração, distribuição e uso da energia. Portanto, percebemos que as cleantechs não só estão inseridas no mundo digital, como o mundo digital está inserido nelas.

A internet também permitiu que agentes possam atuar no âmbito local e internacional simultaneamente. Vemos atualmente empresas possuindo como base consumidores do outro lado do mundo e cadeias de produção descentralizadas em diversos países.

No entanto, o fator de maior relevância da conectividade para as cleantechs é a capacidade de colaboração global instantânea. Em 2010, a multinacional GE (General Electric) convocou companhias e indivíduos para apresentarem projetos de inovação em tecnologias *smart grid* e, em seguida, as melhores ideias seriam compradas. Mais de 90.000 pessoas do mundo todo participaram desse evento, o *Open Innovation Challenge*, formando o maior *crowdsourcing*<sup>4</sup> corporativo da época.

Dado o cenário da era digital, espera-se que a transição para uma matriz mundial de energia limpa seja acelerada. Da mesma forma que o consumo e a exploração dos recursos

---

<sup>3</sup> *Smart grid* (redes inteligentes): sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que utilizam recursos digitais e da Tecnologia da Informação (TI). Por meio delas, o sistema opera de forma mais eficiente, com maior controle do fluxo de energia e, conseqüentemente, passa a ser mais sustentável.

<sup>4</sup> *Crowdsourcing* (*crowd* (multidão) e *outsourcing* (terceirização)): processo colaborativo em que pessoas se reúnem para agregar conhecimentos para a solução de problemas.

naturais estão sendo intensificados por conta do fator globalização, ao menos as tecnologias limpas estão sendo criadas numa velocidade nunca vista. Num mundo com recursos limitados, crise climática e crescimento da população, esta transição deverá ocorrer o quanto antes.

Por fim, o último fenômeno apontado por Pernick e Wilder devido a aceleração das relações empresariais é o aumento da competitividade de setores tradicionais. Vemos inovações em setores extremamente conservadores como o de energia, de serviços públicos e automobilístico graças à conectividade.

Portanto, compreendemos quais foram os fatores que alavancaram o crescimento das cleantech no âmbito global. Vemos essas empresas como agentes importantes para alcançarmos as metas da NDC, principalmente no setor de energia. Nossa análise retornará para o contexto brasileiro para descrever os empreendimentos que são a ponta da inovação em tecnologia limpa – as startups de cleantech.

#### IV.IV) Startups de cleantech brasileiras

Na intenção de compreender o ecossistema de startups do segmento de tecnologias limpas e analisar seu impacto no setor elétrico brasileiro, a parceria entre Vces, a COPPE/UFRJ, a ABStartups e a EDP, e viabilizado pelo Programa P&D ANEEL começou o estudo “IMPACTOS DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO” em maio de 2018.

Na primeira etapa desse estudo, foi divulgado um questionário para que os empreendedores em tecnologias limpas pudessem descrever as características de seus negócios. Os campos a serem preenchidos eram referentes aos dados cadastrais, perfil dos empreendedores, perfil do negócio, inovação e cooperação com grandes empresas.

Baseado nas informações colhidas no questionário, em fevereiro de 2019, foi lançado o relatório “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”. O estudo mapeou um total de 136 startups de cleantech brasileiras. A partir das estatísticas encontradas e análise dos autores, descreveremos o contexto das cleantechs brasileiras.

Estas estão localizadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste, representando 91% das startups de cleantech no Brasil. 43% estão no estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais empatam com 12% e Santa Catarina e Rio Grande do Sul também empatam com 7%. Pernambuco aparece como principal destaque fora do eixo Sul-Sudeste graças ao ecossistema de inovação de empreendedorismo tecnológico sediado em sua capital, Recife.

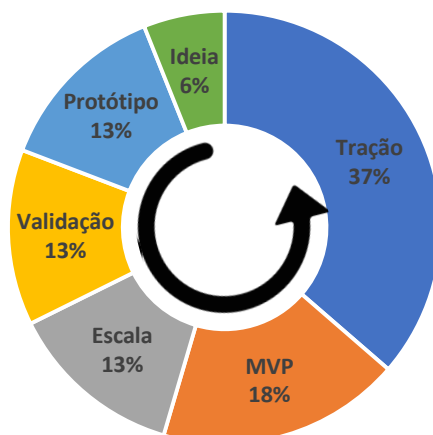
O surgimento das startups de cleantech brasileiras se deu de forma mais expressiva a partir de 2011, representando 80% do total das empresas mapeadas. 35% começaram entre o período de 2011 à 2015 e, entre o período de 2016 à 2018, foram fundadas 45% das startups de cleantech brasileiras. Portanto, vemos um efeito de intensificação do empreendimento em soluções limpas, pois em um espaço de tempo mais curto o número de novas startups superou o período anterior.

Quanto às fases de maturidade dessas startups, a pesquisa utiliza as seguintes etapas:

- Ideia: fase de concepção da ideia, em que o projeto ainda está no papel.
- Protótipo: primeira versão do produto já finalizada, mas operações de venda ainda não realizadas.
- Validação: protótipos já finalizados e fase de aprimoramento dos produtos e modelos de negócios.
- MVP – Mínimo produto viável: operações comerciais já ativas, com estudo de estratégias de preço e entradas em mercados.
- Tração: bases iniciais de clientes e usuários consolidados. Também compreende startups que já receberam financiamento. Produtos já possuem qualidade e competitividade.
- Escala: startups em fase de crescimento acelerado, com faturamento expressivo e estratégias avançadas de captação de investimentos.

Gráfico 4.1: Fases de maturidade do negócio

## Fases de maturidade do negócio



**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

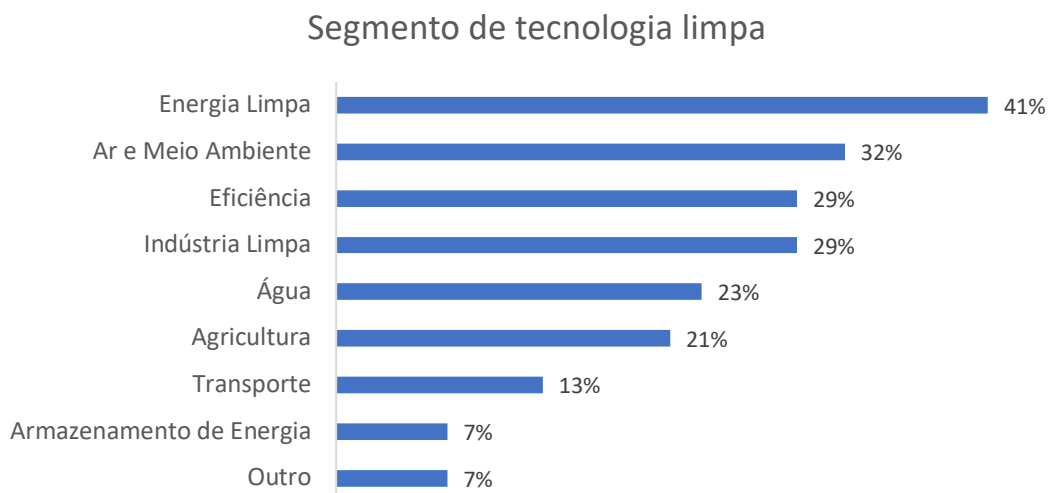
De acordo com a figura, a maior parte das empresas (67%) já está atuando no mercado, referentes às etapas de MVP, Tração e Escala. Como 45% das empresas foram criadas no período de 2016 à 2018, o número de empresas que correspondem às fases de Ideia, Protótipo e Validação (32%) está coerente com o processo de maturação.

Ao cruzarem os dados sobre ano de fundação, faturamento e grau de maturidade das empresas, concluem que as startups de cleantech possuem ciclos longos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Essa característica dos empreendimentos em tecnologias limpas dificulta a presença de investidores nesse setor, pois exige um investimento arriscado com retornos apenas no longo prazo.

De acordo com a classificação de Kachan descrita no capítulo 2, as cleantechs mapeadas estão segmentadas da seguinte forma ilustrada no Gráfico 4.2.

A atividade de uma empresa pode estar envolvida com mais de um segmento. 41% das cleantechs estão relacionadas às energias limpas, 32% ligadas ao segmento ar e meio ambiente, 29% a indústria limpa, 29% a eficiência, 23% a água, 21% a agricultura, 13% a transporte, 7% a armazenamento e 7% a outros segmentos.

Gráfico 4.2: Segmento de tecnologia limpa



**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

## IV.V) Cleantechs no setor de energia

Dentro do levantamento feito na pesquisa, o setor de energia abrange o segmento de energia limpa, eficiência energética e armazenamento de energia. 41% das empresas estão envolvidas com soluções em energia limpa, 29% em eficiência e 7% em armazenamento<sup>5</sup>. Já que empreendedores estão buscando investir significativamente neste setor, conclui-se que o setor de energia deve apresentar um grande potencial a ser explorado.

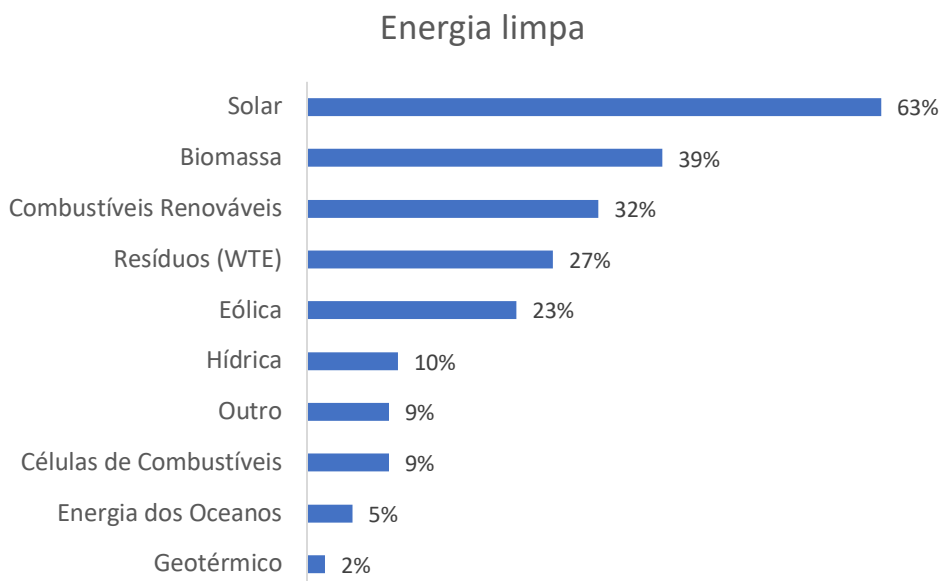
O segmento de energia limpa abrange as seguintes áreas – enumerados por ordem de relevância: energia solar, biomassa, combustíveis renováveis, resíduos – WTE<sup>6</sup>, eólica, hídrica, células de combustíveis, energia dos oceanos e geotérmica.

Como podemos ver no gráfico abaixo, as tecnologias envolvendo energia solar são mais representativas no contexto de energia limpa. Projetos governamentais como o PROINFA já incentivaram anteriormente a difusão das eólicas, da biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas. Portanto, ao perceber que a energia solar ainda é incipiente no Brasil, empreendedores estão explorando esse espaço.

<sup>5</sup> A atividade de uma empresa pode estar envolvida com mais de um segmento.

<sup>6</sup> WTE (*waste to energy*): geração de energia a partir de resíduos sólidos.

Gráfico 4.3: Subsegmentos em energia limpa



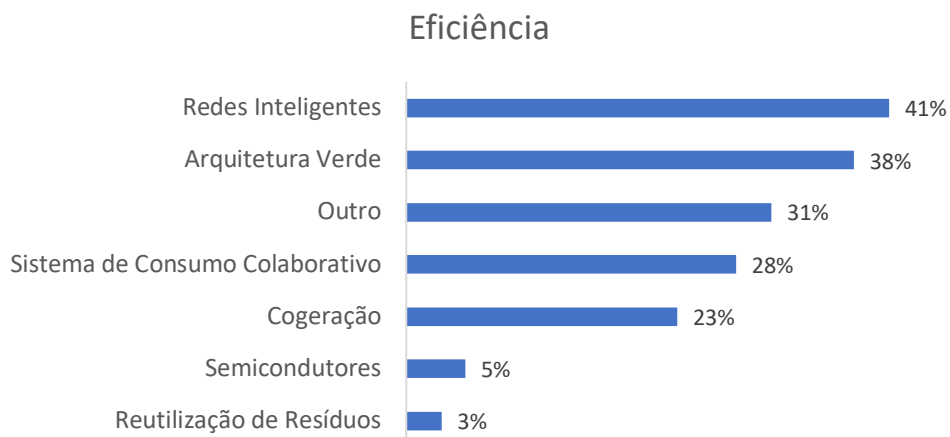
**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

No segmento de energia limpa, o relatório exemplifica as possíveis atividades das startups: conexão de consumidores com usinas/fazendas solares, instalação de sistemas de energia elétrica solar, melhoramento genético da cana para produção de etanol, transformação de resíduos orgânicos em biogás, micro geração de energia de fonte hídrica e transformação do movimento das ondas em energia elétrica.

Quanto a eficiência energética, esta compreende em nossa análise as redes inteligentes (*smart grid*), arquitetura verde, sistemas de consumo colaborativo, cogeração, semicondutores, reutilização de resíduos, entre outros.

As startups de eficiência, de acordo com o relatório, trazem como soluções: levantamento de informação associada a automação, contabilização de energia via *microgrids blockchain*, projetos de eficiência hidroenergética e simulações de eficiência energética, térmica, luminosa e acústica.

**Gráfico 4.4:** Subsegmentos em eficiência energética



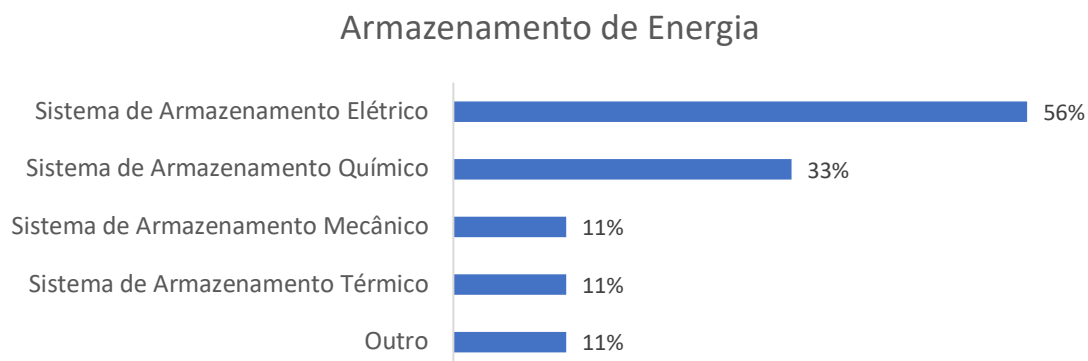
**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

Apesar de ainda não termos tocado na questão do armazenamento de energia, o desenvolvimento deste segmento trará inúmeras soluções para redução da emissão de GEE. Segundo o relatório da FGV Energia (2015), as tecnologias de armazenamento de energia ainda não apresentam viabilidade econômica. Portanto, é extremamente importante que existam cleantechs que busquem desenvolver soluções acessíveis.

De acordo com o Gráfico 4.5, o subsegmento Sistema de Armazenamento Elétrico é o de maior atuação entre as startups de Armazenamento de Energia.

Pilhas a combustíveis e baterias recicláveis são exemplos de produtos desenvolvidos por startups de armazenamento de energia de acordo com o relatório.

**Gráfico 4.5:** Subsegmentos em armazenamento de energia

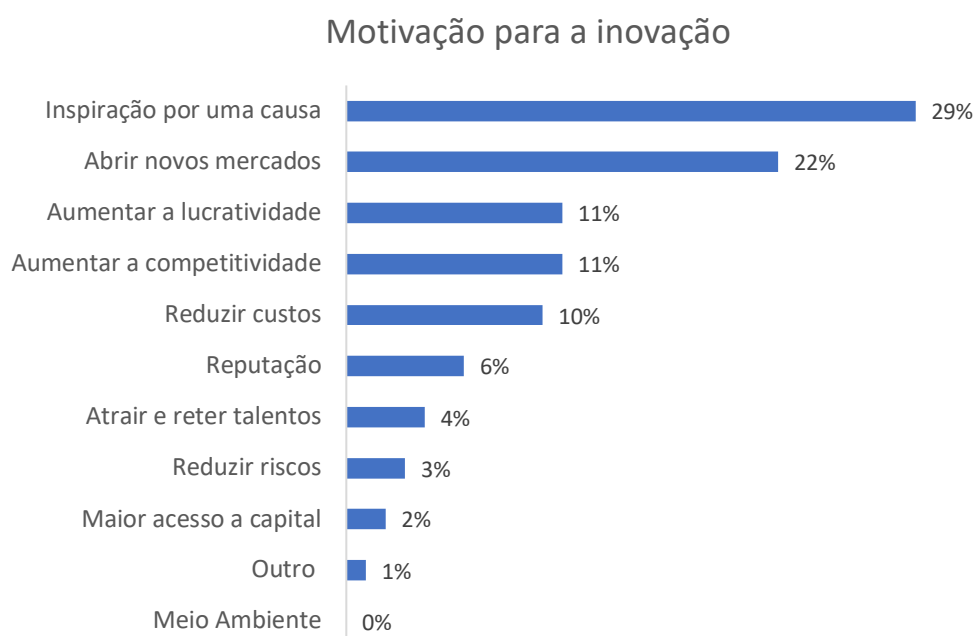


**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

## IV.VI) Motivação a inovar

Aos pesquisadores mapearem a motivação para o empreendimento em tecnologias limpas, o campo “Inspiração por uma causa” foi o de maior relevância (29%). Apesar dos empreendedores não terem mencionado “meio ambiente” como causa, elencaram conceitos intrinsecamente ligados a este, como Qualidade do ar, Mobilidade sustentável, Economia circular, Transição energética, Qualidade de vida, Gestão de resíduos, entre uma série de outros. Portanto, de acordo com os 6 C’s de Pernick e Wilder, o fator **clima** é uma força que está estimulando o crescimento das cleantechs.

Gráfico 4.6: Motivação para a inovação



**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

Percebe-se que os fatores competitividade e redução dos custos são outras motivações relevantes para os empresários de cleantech, também em consonância com a análise feita por Pernick e Wilder (2007 e 2012). Esses empreendimentos aparecem como solução não só para reduzir a degradação do meio ambiente, como oportunidades de ganhos financeiros.



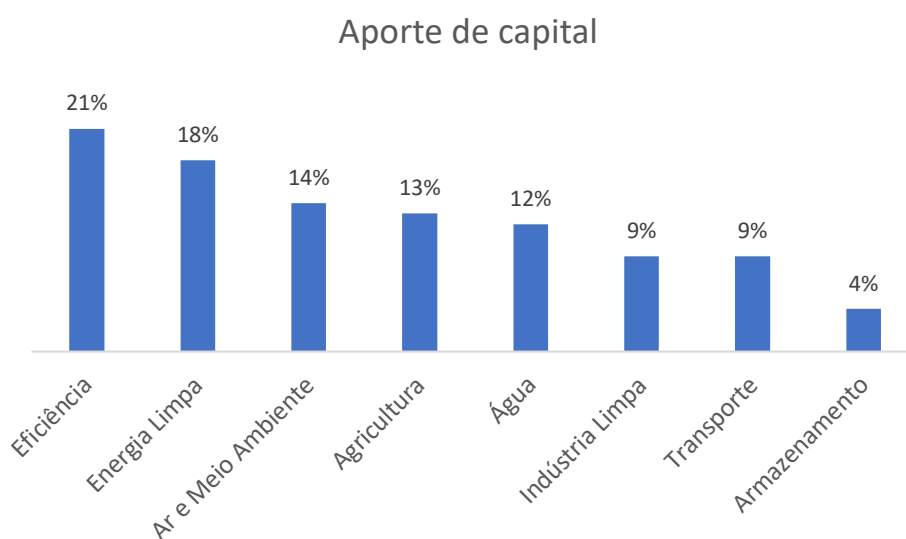
## IV.VII) Aporte de capital

Das startups mapeadas, apenas 49% recebeu aporte de financiamento. Então, de 67 cleantechs, 45% tiveram a presença do investidor anjo, 40% linhas de fomento e subvenção, 24% capital semente, 18% outros, 9% linhas de crédito, *venture capital* e *private equity* empatam com 6%.

A disponibilidade dos recursos segue o mesmo padrão de distribuição geográfica das startups de cleantech: 39% das empresas que receberam estão em São Paulo, 13% em Minas Gerais, 12% no Rio de Janeiro e 10% em Santa Catarina.

De acordo com o Gráfico 4.7, 21% das cleantechs que receberam aporte de capital são de eficiência energética e 18% são de energia limpa. Conforme o relatório *Global Cleantech Innovation Index* (2017), energia limpa e eficiência energética são as bases do financiamento dos fundos de *venture capital* e do crescente mercado de *green bonds*<sup>7</sup> no mundo.

**Gráfico 4.7:** Aporte de capital nos segmentos de cleantech



**Fonte:** Adaptado “MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE STARTUPS DE CLEANTECH NO BRASIL”

Por fim, a pesquisa elenca os principais desafios para os empreendimentos em tecnologia limpa. A maioria dos empreendedores apontaram a dificuldade de expandir o

<sup>7</sup> *Green bonds* (títulos verdes): títulos de dívidas utilizados para financiar projetos sustentáveis.

negócio e a dificuldade em acessar serviços financeiros como os principais desafios enfrentados. Como a capacidade de se expandir o negócio está intrinsecamente ligada as linhas de financiamento, no capítulo seguinte apresentaremos formas alternativas de financiamento para este setor.

## V) Alternativas de financiamento

Pelo fato de políticas de subsídio governamental não terem gerado os incentivos corretos para amadurecer o setor de energia limpa e a existente dificuldade do BNDES em financiar projetos de energia renovável e de EE por conta da PCL e pela falta de um conhecimento técnico para avaliá-los, vamos buscar alternativas de financiamento fora do setor público para fomentar a expansão das cleantechs.

Dessa forma, a partir da próspera experiência internacional, avaliamos um veículo e um instrumento financeiro alternativos que podem capitalizar projetos de tecnologia limpa, os fundos de *venture capital* e os *green bonds* – títulos verdes.

### V.I) Títulos Verdes

Os títulos verdes são títulos de renda fixa que buscam captar recursos para financiar projetos ou ativos sustentáveis. No mercado brasileiro, o título verde pode tomar forma sob os seguintes instrumentos financeiros: FIDC, CRA/CRI, Debêntures e Debêntures Incentivadas – com isenção fiscal, Letras Financeiras (LF) e Notas Promissórias. Através do mercado de capitais, pode-se estimular e viabilizar iniciativas e tecnologias verdes.

Os primeiros emissores de títulos verdes foram o Banco Europeu de Investimento e o Banco Mundial, em 2007 e 2008 respectivamente. Já o Brasil só foi emitir seu primeiro título verde em 2015, quando a empresa do setor de alimentos, BRF, lançou uma oferta de 500 milhões de euros no exterior. A primeira oferta doméstica foi feita no ano seguinte, em 2016, quando a empresa de papel e celulose, Suzano, lançou uma oferta de 1 bilhão de reais.<sup>8</sup>

O Brasil já é o maior emissor de títulos verdes da América Latina, com 21 lançamentos até 2019. Chile e México são as nações seguintes com maior representatividade nesse mercado.<sup>9</sup> Apesar desse instrumento financeiro ser ainda incipiente, nosso mercado possui um grande potencial para abraçar ofertas verdes.

Esse tipo de emissão proporciona benefícios tanto para o emissor, quanto para o investidor. Para os investidores, estes se beneficiam da transparência dos recursos finais

---

<sup>8</sup> Relatório de pesquisa com emissores e investidores sobre títulos verdes no Brasil, *Sitawi Finanças do Bem* (2018).

<sup>9</sup> Latin America & Caribbean: Green finance state of the market 2019, *Climate Bonds Initiative* (2019)

de seus investimentos. Como os emissores passam por um processo de emissão do título e acompanhamento posterior monitorado por agentes que garantem a adequação do projeto à oferta verde, há maior clareza quanto ao direcionamento dos recursos. Portanto, ao avaliar corretamente o destino do crédito, reduz-se o risco do investimento.

Já para o emissor, este se beneficia da ampliação de sua base de investidores, pois atinge uma nova classe de fundos que seguem critérios sustentáveis e de longo prazo para tomada de decisão. A presença de auditorias que monitoram e certificam o comprometimento do emissor com a conservação do meio ambiente gera credibilidade ao projeto. Portanto, além do fato dos títulos verdes gerarem maior visibilidade no mercado, estes funcionam como um elemento de marketing positivo para as empresas que os emitem.

Além disso, pelo fato do investidor usufruir de um menor risco, ele aceita uma remuneração menor para investir em títulos verdes. Desse modo, as empresas conseguem se financiar de forma mais barata por conseguirem uma taxa de juros menor no mercado de capitais.

No entanto, existem algumas barreiras para a emissão de títulos verdes. A necessidade de capacitação interna da empresa anterior, durante e posterior à emissão gera custos financeiros, jurídicos e de gerenciamento de recursos. Portanto, se enquadrar aos requisitos verdes gera ganhos positivos para a empresa, mas que são atenuados pelo processo burocrático e custoso de emissão e monitoramento.

No cenário atual de mobilização mundial para mitigar os efeitos do aquecimento global, investidores tanto domésticos quanto internacionais se interessam por essas ofertas. Apesar do custo, a empresa emissora de títulos verdes ganha visibilidade no âmbito nacional e global. Portanto, com a presença de mais projetos verdes e investidores interessados à financiá-los, ficamos mais próximos de alcançar as metas da NDC.

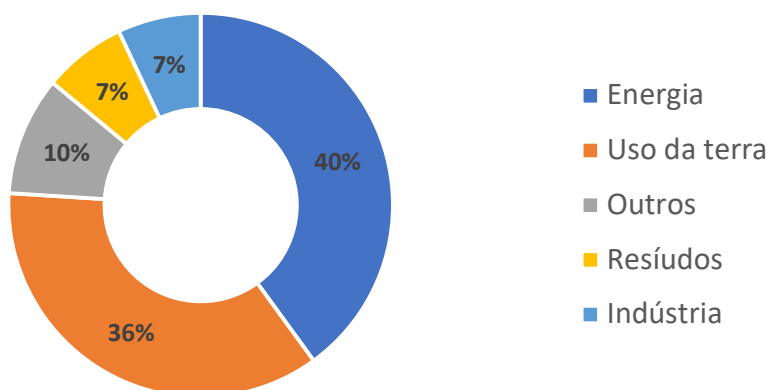
Em consonância com as metas da NDC e a necessidade de ampliar medidas sustentáveis no setor de energia, este corresponde pela maior parte dos projetos financiados por títulos verdes, de acordo com o Gráfico 5.1. Mais precisamente, até 2018, a maior parte das emissões direcionou recursos para a energia eólica e para o setor de papel e celulose.

No setor elétrico, como foco dessa monografia, esses títulos podem financiar a construção, adaptação e reabilitação de infraestruturas de geração de eletricidade

baseadas em fontes renováveis, bem como para transmissão e distribuição que suportem essa eletricidade<sup>10</sup>.

Gráfico 5.1: Emissões de títulos verdes por setor no Brasil até 2019

#### Emissões de títulos verdes por setor



Fonte: Adaptado Climate Bonds Initiative (2019)

No entanto, os títulos verdes são adequados para grandes projetos de energia renovável e de EE. As debêntures, por exemplo, só conseguem ser emitidas por sociedades anônimas (S.A.) e, ofertas públicas destas só podem ser feitas por empresas abertas. Portanto, no caso das startups de cleantech trabalhadas ao longo desta monografia, essa forma de financiamento seria sugerida para estágios bem avançados dessas empresas no futuro ou se o projeto da cleantech for adquirido por uma incubadora de grande porte.

## V.II) Fundos de Venture Capital

Como alternativa para as startups dentro do mercado de capitais e descorrelacionado da participação de bancos públicos, temos os fundos de *venture capital* (VC). Diferente dos *private equities* (PE) que focam em empresas já estabelecidas, num estágio de maturidade elevado, os *venture capitalists* focam em empresas que além de estarem emergindo, estejam na ponta da inovação. Segundo nossa avaliação, este é o ator

<sup>10</sup> Oportunidades de Investimentos em Infraestrutura Verde: Brasil 2019, *Climate Bonds Initiative* (2019).

chave para o case sucesso das cleantechs, apesar de ter uma presença ainda muito pequena no Brasil.

Segundo o relatório da Bloomberg New Energy Finance (2012), o ciclo de criação das startups consiste em quatro estágios: pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização do produto. Diferentes atores são responsáveis pelo financiamento de cada etapa do crescimento da empresa, como o governo, *venture capitalists*, mercado de ações e processo de fusões e aquisições. Os financiadores com maior representatividade na cadeia de desenvolvimento das startups de cleantech são os fundos de *venture capital*.

Os *venture capitalists* entram em cena para financiar estágios ainda iniciais, porém não embrionários, dessas empresas. Em geral, empresas começam a se desenvolver com um capital inicial próprio, de amigos e família, de investidores anjos ou financiado pelo governo (*seed capital*). Estes atores compreendem principalmente a fase de pesquisa da tecnologia. Conforme precisa-se de mais capital para investir no negócio e escalá-lo, a habilidade e disposição dessas formas de financiamento se tornam limitadas. Dessa forma, cria-se a necessidade de procurar investidores formais.

Os fundos de *venture capital* atuam principalmente nas fases posteriores, de desenvolvimento e produção da tecnologia, sendo uma alternativa ao financiamento de instituições financeiras tradicionais, como bancos. Estes cobrariam altas taxas de juros para empréstimos por conta da fase inicial em que se encontra a empresa e pela falta de colateral por parte do empreendedor. Por fim, a última fase, de comercialização da tecnologia, acaba por ser compreendida primeiramente pelos fundos de *private equity* e, em seguida, pelo mercado de ações e processo de fusões e aquisições.

A ideia dos fundos de VC é investir em empresas que estão no início de seu ciclo de vida e depois vendê-las em outros estágios, com o objetivo de ter ganhos de capital. Esses fundos são frequentemente estruturados com parcerias de 10 anos, onde investidores externos (*limited partners*) fornecem capital para o fundo de VC (gerido pelos *general partners*) para fazer investimentos de alto risco e alto retorno.

A característica arriscada desses fundos é devido a uma carteira de investimento de 10 a 20 startups, com a perspectiva de apenas 1 ou 2 terem sucesso. Os investimentos são feitos tipicamente durante os primeiros 5 anos da vida do fundo. Os retornos desses investimentos são realizados durante os anos 5 a 10, através de uma “saída”, ou seja, quando uma empresa de portfólio é adquirida por outra empresa (M&A) ou emite ações em um mercado público por meio de uma oferta pública inicial (IPO). O capital investido pelos *limited partners* normalmente é ilíquido até que uma companhia do portfólio saia.

Apesar desse tipo de investimento ser essencialmente arriscado, o setor de cleantech apresenta entraves ainda maiores para atrair capital. Segundo Cumming, Henriques e Sadorsky (2014), esse setor apresenta 4 singularidades negativas no ponto de vista do mercado. Estas tendem a ser muito capitais intensivas, apresentam um maior risco associado ao funcionamento da tecnologia, existe também uma maior dificuldade em avaliar custos e oportunidade, assim como o momento de “saída”. Wüstenhagen e Teppo (2006) fazem entrevistas com *venture capitalists* e estudam o risco e o retorno dos fatores que afetam os investimentos de VC em cleantechs. A partir dos resultados, apontam que investir no setor de cleantech demanda conhecimento específico e experiência. Gaddy, Sivaram, Jones e Wayman (2016) calculam o risco e o retorno de investimentos no setor de cleantech, biotecnologia e software, para assim compará-las. Cleantechs terminaram por ter maior risco que os outros dois setores e remuneraram menos os investidores.

No entanto, existe a propriedade de bem público que o setor de tecnologias limpas possui. Ao contrário do típico investimento de VC, os benefícios advindos das cleantechs não podem ser totalmente capturados pelo *venture capitalist*. Esse setor inovador possui externalidades positivas, trazendo benefícios para a sociedade através da redução da degradação ambiental. Dessa forma, devido a essa falha de mercado, conclui-se que o investimento em tecnologia limpa está abaixo do nível socialmente ótimo.

Dada a necessidade de fomentar esse setor, compreenderemos o papel importante que os *venture capitalists* têm no financiamento das cleantechs.

Durante o ciclo de vida das startups, estas enfrentam um momento crítico para seu crescimento, chamado de “Vale da morte”. Os fundos atuam justamente nesse momento, financiando principalmente o desenvolvimento e a produção. Além disso, possibilitam um crescimento mais forte e mais rápido das startups, criando mais valor e gerando, consequentemente, mais empregos e inovações.

A partir do momento em que os *venture capitalists* decidem investir em uma ideia apresentada pelo empreendedor, a atuação desses fundos vai muito além do suporte financeiro. Eles trabalham como guias, aconselhando os projetos através da expertise desenvolvida nesse mercado e aliando sua *network* ao empreendedor. Dessa forma, especialmente no setor de cleantech, a presença desses investidores ajuda o modelo de

negócio a se enquadrar no tripé da sustentabilidade<sup>11</sup> e também a se tornar um case forte para além das questões sociais e ambientais. Ademais, permitem também uma difusão mais rápida de tecnologias sustentáveis no mercado.

Do ponto de vista do setor público, a presença dos fundos de VC elimina a necessidade de atuação do governo para decidir qual tecnologia e empresa deve ser financiada.

O sucesso de investimentos de VC dependem da preferência do consumidor pelo produto de empresas inovadoras sobre um produto já existente. Porém, os consumidores têm dificuldade em identificar o produto oferecido pelas cleantechs - pois não existe diferenciação entre energias elétricas por exemplo, existe formas diferentes de produzi-las. Assim, essas empresas lidam essencialmente com dificuldades de avaliar riscos e oportunidades de crescimento no mercado, repelindo investimentos. Os principais determinantes para o fracasso se devem à falta de investidores enquadrados ao risco desse mercado, ao horizonte de curto prazo destes e à falta de uma indústria incumbente forte.

Portanto, a regulação desse mercado é um fator importante para se fomentar a demanda por energias renováveis. No lado da produção, a regulação também se mostra essencial para o envolvimento dos VC nesse setor. No estudo de Cumming, Henriques e Sadorsky (2014) buscando identificar os determinantes da atividade de VC em cleantechs, encontra-se uma correlação positiva e significativa quanto a instituições formais fortes. Outro resultado encontrado é a correlação negativa e significativa quanto a aversão ao risco. Dessa forma, via instituições formais bem desenhadas e implementadas, é possível prover uma maior segurança aos investidores, mitigando o risco de mercado e diminuindo os custos de transação e oportunidade. Desse modo, quando há uma melhor regulação, temos uma maior presença dos VC no financiamento de cleantechs.

Nas conclusões, os autores terminam por dialogar com Bürer e Wüstenhagen (2009) e as ferramentas de política do governo. Nesse estudo, 60 profissionais de fundos de VC e PE nos Estados Unidos e na Europa são procurados para avaliar a eficácia de políticas para fomentar o interesse em cleantechs. As *feed-in tariffs*<sup>12</sup> terminam por se

---

<sup>11</sup> Tripé da sustentabilidade (*Triple Bottom Line - People, Planet, Profit*): Para uma organização ou negócio ser considerada efetivamente sustentável, deve ser socialmente justo, ambientalmente responsável e financeiramente viável. Conceito desenvolvido por John Elkington.

<sup>12</sup> *Feed-in tariffs*: Incentivo às energias renováveis por meio da criação de uma legislação que obrigue as concessionárias regionais e nacionais a comprarem eletricidade renovável a valores acima do mercado - estabelecidos pelo governo.



mostrarem a política de energia renovável mais efetiva. Esse estudo também levanta a importância dos países possuírem políticas ambientais como forma de incentivar investidores privados.

Dessa forma, apesar de estarmos buscando alternativas que não estejam vinculadas ao setor público, a presença significativa desses fundos depende da esfera governamental. Para que os fundos de *venture capital* possam financiar as cleantechs brasileiras e ajudar seu amadurecimento, é preciso que o governo compreenda os determinantes desse ator.

## VI) Conclusão

Com a preocupação mundial em redirecionar nosso caminho para um cenário de aumento da temperatura global de apenas 1,5°C, metas foram impostas e metas deverão ser cumpridas. Vemos como motor desse movimento as cleantechs, que buscam inovar e trazer soluções mais eficientes e menos poluentes para diversos setores da economia. Portanto, investindo nas tecnologias limpas, estamos mais perto de alcançar as metas impostas pela NDC brasileira.

Com o intuito de gerar maior eficiência na agenda de ações para que as metas de diferentes setores sejam alcançadas de forma coordenada, sugerimos dar enfoque ao setor de energia. Este culmina por extrapolar seus efeitos positivos para que os setores de transporte, agricultura, indústria e florestal também alcancem suas metas propostas na NDC.

Ao destacar a expansão das energias renováveis salvo a hídrica, o texto da NDC brasileira aponta a necessidade de descentralizar nossa matriz elétrica, diversificando-a na direção das energias alternativas. A abundância das fontes de energia primária no Brasil e a sazonalidade complementar destas geram oportunidades muito favoráveis à transição de nossa matriz energética.

Quanto ao objetivo de se alcançar 10% de ganho em eficiência energética até 2030, desenvolver e aprimorar tecnologias e processos nesse quesito trará benefícios econômicos e ambientais. Como o setor industrial é o mais energético-intensivo, medidas de EE redirecionadas para este setor reduzirão custos de produção, aumentando competitividade da indústria brasileira. Ademais, devido a menor necessidade de se utilizar energia, reduz-se a necessidade de acionar as usinas térmicas, diminuindo a emissão de GEE.

A presença de empresas e projetos que desenvolvam tecnologias limpas é extremamente importante para a transição da matriz energética mundial. Estas aparecem como protagonistas na agenda pós Acordo de Paris não só por serem uma solução para a crise climática, como por apresentarem oportunidades de ganhos financeiros. Empreendedores já compreenderam esse cenário extremamente positivo para as energias renováveis e EE e fatores como os 6 C's de Pernick e Wilder (2012) - custo, capital, competição, consumidores, clima e conectividade – estão impulsionando o setor de cleantech.

Os empreendimentos que estão na ponta da inovação em tecnologia limpa são as startups de cleantech. No Brasil, a expansão das empresas se deu a partir de 2011 e estão localizadas majoritariamente no eixo Sul-Sudeste. Os segmentos de maior representatividade são energia limpa, ar e meio ambiente, eficiência energética e indústria limpa. Dentro das energias limpas, empreendimento em energia solar são os de maior destaque.

No entanto, o grande obstáculo enfrentado pelos empreendedores de cleantech é a dificuldade de acessar serviços financeiros, limitando a expansão de seus negócios. Portanto, a partir de estudo de casos em que o financiamento através de órgãos governamentais não foram eficientes, buscamos alternativas de financiamento no setor privado.

Ao analisar o financiamento através de títulos verdes, percebemos que este seria relevante em poucos casos, apenas para projetos grandes. Portanto, este seria uma solução para estágios bem avançados das startups no futuro ou se o projeto da cleantech for adquirido por uma incubadora de grande porte.

Já os fundos de *venture capital*, por contribuírem financeiramente durante quase toda a cadeia de crescimento das startups e por terem uma *expertise* especializada, funcionam como guias para os empreendedores. Dessa forma, acreditamos que este seja o ator chave para impulsionar o deslanche dessas empresas e, por este caminho, chegaremos mais perto de alcançar os objetivos pautados pós Acordo de Paris.

## VII) Referência bibliográfica

BÜRER, Mary Jean; WÜSTENHAGEN, Rolf. Cleantech venture investors and energy policy risk: an exploratory analysis of regulatory risk management strategies. *Sustainable innovation and entrepreneurship*, p. 290-309, 2008.

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.

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

KENNEY, Martin. 11 Venture capital investment in the greentech industries: a provocative essay. *The Handbook of Research on Energy Entrepreneurship*, p. 214, 2011.

GADDY, Benjamin E. et al. Venture capital and cleantech: The wrong model for energy innovation. *Energy Policy*, v. 102, p. 385-395, 2017.

WÜSTENHAGEN, Rolf; TEPPÖ, Tarja. Do venture capitalists really invest in good industries? Risk-return perceptions and path dependence in the emerging European energy VC market. *International Journal of Technology Management*, v. 34, n. 1/2, p. 63-87, 2006.

KAPLAN, Steven N.; SCHOAR, Antoinette. Private equity performance: Returns, persistence, and capital flows. *The Journal of Finance*, v. 60, n. 4, p. 1791-1823, 2005.

KEUSCHNIGG, Christian; NIELSEN, Soren Bo. Start-ups, venture capitalists, and the capital gains tax. *Journal of Public Economics*, v. 88, n. 5, p. 1011-1042, 2004.

BOCKEN, Nancy MP. Sustainable venture capital—catalyst for sustainable start-up success?. *Journal of Cleaner Production*, v. 108, p. 647-658, 2015.

PERNICK, Ron; WILDER, Clint. *The clean tech revolution. The next big growth and investment opportunity*. New York, 2007.

PERNICK, Ron; WILDER, Clint; WINNIE, Trevor. *Clean Tech Nation: How the US can lead in the new global economy*. 2012.

LOSEKANN, Luciano; HALLACK, Michelle. *Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades*. 2018.

Bloomberg, *Bloomberg New Energy Finance 2012*, Bloomberg, 2012. Disponível em: <<https://www.bnef.com/InsightDownload/7180/pdf>>. Acesso em 5 de dez. de 2018.

AMÉRICA DO SOL. Feed-in-Tariff. América do Sol, [s.d.]. Disponível em: <<http://americadosol.org/glossario/#toggle-id-5>>. Acesso em 6 de set. de 2019.

CREDIDIO, Fernando. Triple Bottom Line: O tripé da sustentabilidade. Filantropia, [s.d.]. Disponível em: <[www.filantropia.org/informacao/triple\\_bottom\\_line\\_o\\_tripe\\_da\\_sustentabilidade](http://www.filantropia.org/informacao/triple_bottom_line_o_tripe_da_sustentabilidade)>. Acesso em 6 de set de 2019.

IPCC. Global Warming of 1.5°C. IPCC, 2018. Disponível em: <[https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15\\_spm\\_final.pdf](https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf)>. Acesso em 4 de out. de 2019.

IPCC, Climate Change 2014. IPCC, 2014. Disponível em: <[www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)>. Acesso em 4 de out. de 2019.

QUADROS, Thiago. O histórico dos principais encontros e acordos climáticos mundiais. Nexo Jornal, 2017. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/11/17/O-hist%C3%B3rico-dos-principais-encontros-e-acordos-clim%C3%A1ticos-mundiais>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

FACHIN, Patrícia. Acordo de Paris é mais sólido que o de Kyoto. Entrevista especial com Pedro Telles. Instituto Humanitas Unisinos, 2016. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/159-noticias/entrevistas/562675-acordo-de-paris-e-mais-solido-que-o-de-kyoto-entrevista-especial-com-pedro-telles-entrevista-especial-com-pedro-telles>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

CEBDS. Oportunidades e desafios das metas da NDC brasileira para o setor empresarial. Cebds, 2017. Disponível em: <<https://cebds.org/publicacoes/opportunidade-e-desafios-das-metas-da-ndc-brasileira/#.XZey1y3Opp8>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

Ministério do Meio Ambiente. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada. Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

FGVces, COPPE/UFRJ, ABStartups, EDP e P&D ANEEL, Mapeamento do ecossistema de startups de cleantech no Brasil. FGVces, 2019. Disponível em: <<http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes-2/original/ecossistema-de-startups-de-cleantech-no-brasil.pdf>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

Ministério do Meio Ambiente. O Acordo de Paris. Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em 4 de out. de 2019.

SCUTZE, Amanda; ASSUNÇÃO, Juliano. Panorama da Eficiência Energética no Brasil. Climate Policy Initiative, 2017. Disponível em: <<https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2018/08/Relatorio-Panorama-da-Eficiencia-Energetica-no-Brasil.pdf>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

SCUTZE, Amanda; ASSUNÇÃO, Juliano. Sumário Panorama e Desafios da Eficiência Energética no Brasil. Climate Policy Initiative, 2018. Disponível em: <

<https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2018/08/Sumario-Panorama-e-Desafios-da-Eficiencia-Energetica-no-Brasil.pdf>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Energy Efficiency 2017. International Energy Agency, 2017. Disponível em: <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf)>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

CLIMATE BONDS INITIATIVE. Latin America & Caribbean: Green finance state of the market 2019, Climate Bonds Initiative, 2019. Disponível em: <[https://www.climatebonds.net/files/files/CBI\\_LAC\\_SotM\\_19\\_web\\_02.pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/CBI_LAC_SotM_19_web_02.pdf)>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

CLIMATE BONDS INITIATIVE. Oportunidade de Investimento em Infraestrutura Verde – Brasil 2019, Climate Bonds Initiative, 2019. Disponível em: <<https://www.climatebonds.net/resources/reports/oportunidades-de-investimento-em-infraestrutura-verde-brasil-2019-green>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

FEBRABAN; CEBDS. Guia para emissão de títulos verdes no Brasil 2016. Febraban, 2016. Disponível em: <[https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia\\_emissão\\_t%C3%ADtulos\\_verdes\\_PORT.pdf](https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissão_t%C3%ADtulos_verdes_PORT.pdf)>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO FINANCEIRA; SITAWI. Relatório de pesquisa com emissores e investidores sobre títulos verdes no Brasil. Sitawi Finanças do Bem, 2018. Disponível em: <<https://www.sitawi.net/publicacoes/pesquisa-emissores-investidores-titulos-verdes-no-brasil/>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

CEBDS. Financiamento à Energia Renovável: entraves, desafios e oportunidades. CEBDS, 2016. Disponível em: <<https://cebds.org/publicacoes/financiamento-a-energia-renovavel/#.Xd8gpi3OpQI>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

CEBDS. Consumo Eficiente de Energia Elétrica: uma agenda para o Brasil. CEBDS, 2016. Disponível em: <<https://cebds.org/publicacoes/consumo-eficiente-de-energia-eletrica/#.Xd8hTS3OpQI>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

CEBDS. Destravando o financiamento à eficiência energética no Brasil: soluções financeiras e não-financeiras para os agentes de mercado. Cebds, 2014. Disponível em: <<https://cebds.org/publicacoes/destravando-o-financiamento-eficiencia-energetica/#.Xd8nJi3OpQI>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

FGV ENERGIA. Cadernos FGV Energia: Energias Renováveis Complementares. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2015. Disponível em: <[http://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/cadernoenergia\\_fgv-book.pdf](http://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/cadernoenergia_fgv-book.pdf)>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

ENDEAVOR. Mil cabeças pensam melhor que uma: saiba tudo sobre crowdsourcing. Endeavor, 2015. Disponível em: < <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/crowdsourcing/>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

ZIMMERMMAN, Márcio. Relatório Smart Grid. Ministério de Minas e Energia, [s.d.]. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1256641/Relatxrio\\_GT\\_Smart\\_Grid\\_Portaria\\_440-2010.pdf/3661c46c-5f86-4274-b8d7-72d72e7e1157](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1256641/Relatxrio_GT_Smart_Grid_Portaria_440-2010.pdf/3661c46c-5f86-4274-b8d7-72d72e7e1157)>. Acesso em 27 de nov. de 2019.