

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Difusão de Novas Tecnologias de Energia Renovável nos Países Subsaarianos

Miriam Kercelene de Assunção Posser

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Governança e Sustentabilidade do Mar

Orientador :

Doutor Nuno Miguel da Costa Bento, Investigador Integrado

Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica e o Território (DINÂMIA'CET-Iscte)

Janeiro, 2022



CIÊNCIAS SOCIAIS
E HUMANAS

Departamento de Economia Política

Difusão de Novas Tecnologias de Energia Renovável nos Países
Subsarianos

Miriam Kercelene de Assunção Posser

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Governação e
Sustentabilidade do Mar

Orientador :

Doutor Nuno Miguel da Costa Bento, Investigador Integrado
Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica e o Território
(DINÂMIA'CET-Iscte)

Janeiro, 2022

I. Dedicatória

Dedico este trabalho acadêmico aos meus pais Ricardo (*in memoriam*) e Maria, com todo o meu amor, gratidão e reconhecimento, por tudo o que sempre fizeram por mim ao longo de minha vida. Desejo poder ter sido merecedora do esforço dedicado por vocês em todos os aspectos, principalmente quanto à minha formação acadêmica.

II. Agradecimentos

Como nada na vida é fruto de trabalho solitário, esta dissertação, sem dúvidas, resulta do contributo de várias pessoas na qual quero expressar a minha imensa gratidão e carinho a todos aqueles que me acompanharam nestes dois anos de descobertas e aprendizado:

Meu primeiro agradecimento é a Deus, pelas graças e bênçãos contínuas na minha vida, apesar das vicissitudes com que me deparai ao longo da jornada.

Sou igualmente grata ao meu orientador, Doutor Nuno Miguel Bento pela constância e ânimo. Sem ele esta dissertação não teria se concretizado, obrigada por guiar-me nesta senda e ajudar-me a não perder o rumo. Agradeço ainda pela orientação e disponibilidade, que contribuíram imprescindivelmente para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Doutor Pedro Quartin Graça, coordenador do referido mestrado, pelo apoio e disponibilidade nesta empreitada.

Agradeço imensamente aos meus pais, a minha mãe, Maria por ser uma supermulher, e por me ter ensinado com o seu exemplo, o significado da palavra amor, gratidão e amparo; ao meu pai Ricardo (*in memoriam*), por ser a pessoa que me inculcou a crença de que para se conquistar qualquer coisa nessa vida, é preciso muita dedicação; a minha irmã Marta pela sua paciência e compreensão; a minha irmã Sandra pelo seu apoio, em todos os aspetos e, pelo incentivo.

Agradeço a minha sobrinha/irmã Helna Posser Lima por ter sido meu abrigo e refúgio qu nas horas mais sombrias.

Agradeço a minha amiga Kadma Tavares, por toda a compreensão, carinho, motivação e apoio ao longo desta minha trajetória académica.

Por último e não menos importante, a todas as pessoas que me são próximas e que contribuíram direta ou indiretamente, através do seu apoio, dedicação e compreensão para a realização desta dissertação.

III. Resumo

A energia é um bem essencial para a generalidade dos setores da economia mundial, devido às suas características únicas e à sua indispensável presença nas diferentes fases de produção, prestação de produtos e serviços. Pés embora, em muitos países africanos, grande parte da população não tem acesso a esse bem, indispensável para o desenvolvimento económico e social, e, essencial na elevação dos padrões de qualidade de vida e de bem-estar das populações.

Atualmente, e devido à crescente preocupação com o meio ambiente, tem aumentado a aposta em novas fontes de energias, como as energias renováveis, com o intuito de dar respostas a crescente demanda de energia a nível mundial, apostando em novas tecnologias para a produção, prestação de produtos, e serviços respetivamente. Mas, para que tal transformação aconteça, tanto a nível local, como mundial, torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias. Assim, as tecnologias de inovação mais recentes, têm desempenhado um papel indutor no aparecimento de um novo «paradigma energético» em que se conjuga a intensificação da mudança de qualidade de serviços em redes elétricas, com a emergência de novos sistemas de inovação tecnológico. A descida dos custos das novas tecnologias em energias renováveis, como é o caso da solar fotovoltaica, demonstra que estão cada vez mais acessíveis a mais países, podendo assim dar uma resposta viável as necessidades de energia dos países em desenvolvimento.

Por isso, a nossa abordagem, neste caso, vai no sentido de elucidar sobre as condições necessárias ao desenvolvimento de novas tecnologias de energias renováveis em contextos desfavorecidos. Nos debruçamos em países da África subsariana e não só, nomeadamente: Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe. A escolha destes países, e não outros, deve-se à questões históricas, Cabo Verde, Moçambique e São Tomé e Príncipe, são países africanos de língua oficial portuguesa e, como tal, enfrentam dificuldades, socio-económicas e culturais similares. A partir desta premissa, demonstraremos que inúmeros fatores influenciam no desenvolvimento das energias renováveis, e que precisamente, por essa razão, esse “desafio” em algumas geografias, por suas particularidades, é mais complexo.

Neste âmbito, a nossa abordagem vai no sentido da criação das condições e de capacidades necessárias para transição e implementação de novas tecnologias nestes países. O sistema de inovação tecnológica, enfoca no surgimento de novas tecnologias e nas mudanças institucionais e organizacionais que são necessárias para o crescimento do mesmo. A questão que se coloca é, como a difusão e o desenvolvimento dos sistemas de inovação tecnológico pode alavancar mudanças no sistema energético da África subsariana, tendo em conta as particularidades dos países que integram essa região?

O conteúdo da dissertação passará por uma visão de análise de conteúdos e revisão bibliográfica de artigos científicos e revistas científicas, bem como, de vários relatórios de instituições nacionais e internacionais. Pretende-se aqui, dar um contributo através de investigações e, analisar e apresentar uma visão sobre a transferência e desenvolvimento de novas tecnologias de energias renováveis, tendo em conta as peculiaridades de cada geografia. Sabemos, que um dos pressupostos para o desenvolvimento sustentável é o acesso aos recursos básicos, como a energia, como forma de assegurar a sobrevivência das gerações atuais e futuras.

Isso requer um acordo mínimo de normas que envolvam a formulação prévia de projeções e visões. Além do mais, os estudos dos Sistemas de inovação tecnológica, destacam a importância desse processo (as denominadas funções de sistema), na transição para o crescimento. Esse processo, pode ser visto através do cumprimento de funções de legitimação e influência na direção da pesquisa que pode ajudar na formação de uma estratégia coletiva, com efeitos positivo para a mobilização de recursos, a aquisição de força política, e a formação de demanda. Portanto, alcançar a transferência e desenvolvimento de novas tecnologias em energias renováveis, exige um esforço intensivo e participativo de todos, desde os governos, cidadãos, instituições, organizações nacionais e internacionais, etc. Esses processos, em determinadas geografias, tendo em conta o contexto económico, social e político, tornam-se bastante complexos.

Palavras-chave: Desenvolvimento económico; Acesso à energia; Sistemas de inovação tecnológica; Transição sustentável ; países Subsarianos; PALOPs.

IV. Abstract

Energy is essential for most sectors of the world economy due to its unique characteristics and its indispensable presence in the different stages of production, provision of products and services. However, in many African countries, a large part of the population does not have access to energy, which is also essential for raising the quality of life and well-being of the population.

The growing concern for the environment has increased the focus on new energy sources, such as renewable energies, to respond to the raising demand for energy worldwide, investing in new technologies for production, provision of products, and services respectively. But for such a transformation to happen, both locally and globally, it is necessary to develop new technologies. Thus, the most recent innovation technologies have played an inducing role in the emergence of a new «energy paradigm» in which the intensification of the change in the quality of services in electricity networks is combined with the emergence of new technological innovation systems. The falling costs of new technologies in renewable energy, such as photovoltaic solar, demonstrate that they are increasingly accessible to more countries, thus being able to provide a viable response to the energy needs of developing countries.

Therefore, our approach is to elucidate the necessary conditions for the development of new renewable energy technologies in developing contexts. We focus on countries in sub-Saharan Africa and beyond, namely: Mozambique, Cape Verde and Sao Tome and Principe. The choice of these three Portuguese Speaking African Countries (PALOPs) countries aims to cover a diversity of geographies (including insularity), medium and low socioeconomic development levels, and non-exporter of petroleum that is representative of Sub-Saharan Countries. This challenge is more complex in the geographies under study given their particularities.

In this context, we aim to assess the conditions and capacities necessary for the transition and implementation of new technologies in these countries. The technological innovation systems literature focuses on the emergence of new technologies and institutional and organizational changes that are necessary for its growth. The question that arises is, how can the diffusion and development of technological innovation systems leverage changes in the energy system of Sub-Saharan Africa, taking into account the particularities of the countries that make up this region?

The investigation employed several methods including content analysis and bibliographic review of scientific articles and scientific journals, as well as several reports from national and international institutions. It contributes to improve the understanding of the transfer and development of new renewable energy technologies, considering the peculiarities of these geographies. One prerequisite for sustainable development is access to basic resources, such as energy, to ensure the survival of current and future generations.

This requires a minimum agreement of norms that involve the formulation of projections and visions in advance. Studies on Technological Innovation Systems highlight the importance of this process (the so-called system functions) in the transition to growth. This process can be seen through the fulfillment of legitimation influence in the direction of search that can help in the formation of a collective strategy, with positive effects for the mobilization of resources, the acquisition of political strength, and the formation of demand. Therefore, achieving the transfer and development of new technologies in renewable energy requires an intensive and participatory effort from everyone, from governments, citizens, institutions, national and international organizations, etc. These mechanisms, in certain geographies, considering the economic, social, and political context, become complex.

Keywords: Economic development; Access to energy; Technological innovation systems; Sustainability transition; Sub-Saharan countries; PALOPs.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GERAL.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xi
INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Motivação.....	3
1.3. Contextualização.....	4
1.4. Estrutura.....	6
1.5. Revisão da Literatura.....	8
FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	14
2.1. Introdução.....	14
2.2. Potencial das Fontes de Energia Renovável.....	16
2.3. Energia eólica.....	18
2.3.1. Nível de desenvolvimento.....	20
2.4. Energia solar.....	23
2.4.1. Sistema Solar Térmico.....	24
2.4.2. Sistema Solar Fotovoltaico.....	26
SISTEMAS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	30
3.1. Considerações conceptuais sobre TIS.....	30
3.2. A Transição sociotécnica.....	32
3.2.1. Estrutura e interações.....	33
3.2.2. Elementos estruturais.....	34
3.2.3. Complementaridades tecnológicas e setoriais.....	35
3.2.4. Dinâmica das complementaridades.....	36
3.3. Modelos de Difusão da Inovação Tecnológica.....	37
3.3.1. Dinâmica do TIS.....	38
3.3.2. Desenvolvimento de externalidades positivas.....	39
3.3.3. Difusão espacial.....	40
3.4. Interação entre o TIS Focal e outro TIS.....	41
3.5. Desenvolvimento do TIS em estrutura de contexto.....	43
3.6. Interação entre o TIS Focal e o contexto político.....	44

ENERGIAS RENOVÁVEIS EM CONTEXTOS DESFAVORECIDOS.....	47
4.1. Casos de estudo.....	47
4.2. Moçambique.....	47
4.2.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais.....	47
4.3. Enquadramento institucional e legal do setor energético.....	48
4.3.1. Formadores de políticas e implementadores.....	48
4.3.2. Estrutura da política de energia renovável.....	49
4.3.3. Contexto Socioeconómico.....	50
4.4. Potencial das energias renováveis em Moçambique.....	53
4.4.1. Solar.....	53
4.4.2. Projetos.....	56
4.4.3. Projetos em grandes escala.....	56
4.4.4. Indústria.....	57
4.4.5. Eólica.....	58
4.4.6. Pequenos projetos.....	59
4.4.7. Projetos em grande escala.....	60
4.4.8. Contributo das ER em Moçambique.....	61
4.5. Cabo Verde.....	63
4.5.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais.....	63
4.5.2. Contexto socioeconómico.....	64
4.5.3. Enquadramento e formuladores de políticas.....	67
4.5.4. Desenvolvimento do setor energético, implementadores.....	69
4.5.5. Situação atual e perspectivas futuras para as ER em Cabo Verde.....	71
4.6. Eólica.....	74
4.6.1. Projetos.....	74
4.6.2. Solar.....	76
4.6.3. Projetos.....	77
4.6.4. Contributo das energias renováveis em Cabo Verde.....	78
4.7. São Tomé e Príncipe.....	79
4.7.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais.....	79
4.7.2. Contexto socioeconómico.....	82
4.7.3. Formuladores de políticas e implementadores.....	84
4.7.4. Situação do setor energético em STP.....	86
4.7.5. Situação atual e perspectivas futuras das ER em STP.....	88
4.8. Recurso hídrico.....	89
4.8.1. Projetos.....	90
4.8.2. Recurso solar.....	91

4.8.3. Projetos.....	92
4.8.4. Recurso eólico.....	94
4.4.5. Projetos.....	95
CONCLUSÃO E DESAFIOS.....	96
5.1. Conclusão.....	96
5.2. Desafios.....	100
Bibliografia.....	102

Lista de figuras

Figura 1. Ilustração das fontes de energias renováveis.....	15
Figura 2. Previsão do aumento da produção de eletricidade a partir de fontes renováveis.....	16
Figura 3. Crescimento das fontes de energias renováveis.....	17
Figura 4. Evolução da potência eólica instalada no mundo: 2001-2017.....	20
Figura 5. Custo de geração de energia em centavos de euro por kWh.....	22
Figura 6. Exemplos de aplicação de um sistema solar térmico.....	25
Figura 7. Exemplos de aplicação de um sistema fotovoltaico.....	27
Figura 8. Capacidade instalada com tecnologia solar fotovoltaico.....	28
Figura 9. Crescimento do PIB de Moçambique entre 2018 e 2019.....	52
Figura 10. Potencial renovável em Moçambique.....	53
Figura 11. Locais com potência para implantação de energia solar em Moçambique.....	54
Figura 12. Projetos identificados e selecionados de energia renovável em Moçambique.....	57
Figura 13. Mapa do potencial eólico em Moçambique.....	57
Figura 14. Potencial imediato e não imediato de energia eólica em Moçambique.....	60
Figura 15. Taxa de crescimento do PIB na ótica da oferta em Cabo Verde.....	64
Figura 16. Evolução estrutural da economia cabo-verdiana.....	66
Figura 17. Caracterização do setor energético em Cabo Verde.....	69
Figura 18. Mapa da localização de São Tomé e Príncipe.....	79
Figura 19. Matriz energética de São Tomé e Príncipe.....	87
Figura 20. Principais cursos de água em São Tomé e Príncipe.....	88
Figura 21. Potência de energia solar de forma geral em STP.....	91

Lista de Tabelas

Tabela 1. Produção de eletricidade (kWh) e fontes em Cabo Verde.....	74
Tabela 2. PIB per capita de São Tomé e Príncipe.....	82
Tabela 3. Taxa de crescimento do PIB anual de São Tomé e Príncipe.....	83
Tabela 4. Potência instalada de energia nas centrais de STP.....	84

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AEB	Águas e Energia de Boa Vista
AIE	Agência Internacional de Energia
AICEP	Agência para Investimento e Comércio Externo de Portugal
AFAP	Fiduciária de Administração de Projetos do Estado
AGOA	African Growth and Opportunity
ANP	Agência Nacional de Petróleo
APP	Águas de Ponta Preta
ARE	Agências de Regulação Económica
BM	Banco Mundial
CEEAC	Comunidade Económica dos Estados da África Central
CO ₂	Dióxido de carbono
CSP	Centrais Solares Termoelétricas
CdTe	Cádmio telúrio
CuInSe ₂	Cobre índio diselénio
DGA	Direção Geral do Ambiente
DGANE	Direção Geral dos Recursos Naturais e Energia
DGE	Direção Geral de Energia
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DPI	Direito de Propriedade Intelectual
EMAE	Empresa de Água e Eletricidade
EUA	Estados Unidos de América
ECREEE	Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética da CEDEAO
ECOFAC	Ecosistemas Florestais na África Central
EPIA	European Photovoltaic Industry Association
ER	Energia Renovável
ESKOM	Comissão de Fornecimento de Eletricidade
EWEA	Associação Europeia de Energia Eólica

FAO	Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FER	Fontes de Energia Renovável
FIT	Feed-in tarifas
FUNAE	Fundo de Energia de Moçambique
GEE	Gases com efeito de Estufa
GIEC	Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas
GWEC	Coalizão Global de Energia Eólica
GW	Gigawatt
ha	hectares
IFC	International Finance Corporation
IGEE	Inventário de Gases com efeito de Estufa
INESC	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores
IRENE	Agência Internacional de Energias Renováveis
IVA	Imposto sobre Valor Acrescentado
FV	Solar fotovoltaico
kW	killowatt
Kwh	kilowatt por hora
MDB	Bancos Multilaterais de Desenvolvimento
m/s	metros por segundo
MW	megawatt
MWh	Megawatt por hora
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Potência
PÁS	Componente estrutural que fixa o rotor
PALOP	Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PIB	Produto Interno Bruto
PIDG	Grupo de Desenvolvimento Privado de Infraestruturas
PERCV	Plano Energético Renovável de Cabo Verde

PMA	Países Menos Avançados
PNAC	Plano Nacional para as Alterações Climáticas
PNALE	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PPP	Parceria Pública Privada
PNES	Plataforma Nacional de Energia Sustentável
PNUD	Programa para o Desenvolvimento das Nações Unidas
PQ	Protocolo de Quioto
PTSE	Programa de Transformação do Setor Elétrico
RAP	Região Autónoma de Príncipe
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamentos Térmicos dos Edifícios
RGPH	Recenseamento Geral da População
RTPs	Caminhos de Transição Regional para Sustentabilidade
SI	Sistema Internacional
TIS	Sistemas de Inovação Tecnológica
TPI	Indicador Potencial Transformador
UE	União Europeia
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança do Clima
ZDER	Zonas de Desenvolvimento de Energias Renováveis
€	Euro

Capítulo 1. Introdução

Neste capítulo apresentamos um enquadramento onde será demonstrado a importância do tema escolhido e as razões que motivaram esse estudo. Os objetivos, que se pretende que sejam alcançados neste trabalho, são também apresentados, assim como o contorno de estrutura da dissertação. As definições e interpretações encontradas no processo de revisão bibliográfica, dão conta de que o conceito de energia renovável ganha sentido ao entender a energia como um “bem essencial”, associado ao desenvolvimento.

Por outro lado, desenvolve-se ainda uma reflexão sobre a evolução e crescimento das fontes de energia renovável até hoje em dia, no sentido de compreender melhor as complementaridades que possa existir entre elas.

1.1. Enquadramento

O trabalho surge da possibilidade de se discutir sobre a necessidade de haver uma transição energética a nível mundial, e da necessidade também, de se mudar os recursos que são usados atualmente para a produção de energia. Com os recursos utilizados atualmente para a produção de energia se esgotando, torna-se necessário novas fontes de energia não poluentes, ou seja, energias limpas e renováveis. A partir deste estudo, queremos demonstrar, como a “aposta” nas energias renováveis pode se revelar, ao longo do tempo, como um meio de substituição do uso de energias “fósseis”, se se direcionar projetos de estudos, recursos, investigações, parcerias, estratégias, e políticas públicas neste sentido.

Assim, face a necessidade de se assegurar a diversidade e segurança de fornecimento de energia, por um lado e, por outro lado, a obrigação de proteger o meio ambiente, cuja degradação é acentuada pelo uso de energias primárias, como o petróleo e derivados e o carvão, surge a necessidade de haver uma transição energética não só em determinadas geografias, mas à nível mundial.

O sector energético, desempenha uma função fundamental na economia de qualquer estado, porém em determinadas geografias, o desenvolvimento e o acesso a energia ainda é muito precário. Na África subsariana, a implementação e desenvolvimento de energias em baixo carbono, enfrentam grandes desafios tendo em conta o seu contexto institucional e histórico, que até a atualidade enfrentam sérias dificuldades, não só nas suas infraestruturas, como também, a nível de suas normas regulatórias que podem ser ainda muito escassas em matéria de energias renováveis.

Nessas regiões, concretamente, em alguns países da África subsariana, a transição no setor energético deverá levar mais tempo para ser implementada e desenvolvida, tendo em conta suas características geográficas, seu nível de desenvolvimento sociotécnico, e político. A maior

parte dos países dessa região, são países em vias desenvolvimento, pelo que, a transição energética neles, será um processo árduo e terá de contar com a participação de diferentes atores, entre eles, seus respectivos governos, empresas públicas e/ou privadas, e também o investimento estrangeiro.

Nesses países, o apoio do governo para a energia renovável é complicado pela necessidade de simultaneamente expandir o acesso à energia de forma mais ampla, como pela necessidade da erradicação da pobreza e melhoria dos padrões de vida a ela associado. Assim, a fim de alcançar este difícil ato de equilíbrio, os formuladores de políticas devem saber que tipos de incentivos de investimento são mais eficazes em levantar capital para projetos de energia renovável e que quantidade de apoio é acessível e razoável. Estruturas e incentivos devem atrair financiamento privado, e maximizar os benefícios gerados pelos recursos naturais, enquanto se expande o acesso à energia acessível para os consumidores e para a indústria.

Por tais razões, os incentivos e as particularidades de investimentos e desenvolvimento de energia renovável nestas geografias, dependerá não somente do envolvimento de investidores nacionais e internacionais, como também de como os governos locais irão tratar da questão de legitimação de uma nova tecnologia a ser implementada no seu território. Assim, só será possível a implementação e desenvolvimento de tecnologia de inovação, assim que houver legitimidade para a mobilização de recursos, para a formação da procura, para a formação de atores no novo sistema de inovação tecnológica, e para a aquisição de força política.

Essa visão não está apenas implícita em muitos estudos, mas também é fundamental para a formação de políticas para apoiar a aceitação de novas tecnologias internacionalmente (Ockwell e Byrne et al., 2016). Essa ideia é defendida na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre o Clima (UNFCCC), por exemplo, onde diz que, a transferência de tecnologias para redução das emissões de GEE, e a adaptação às mudanças climáticas tem sido um mecanismo central para alcançar a cooperação internacional e o cumprimento das metas acordadas na mesma (Bulkeley e Newell et al., 2015)

Mas, apesar do desenvolvimento de tais iniciativas há mais de 20 anos em energia renovável, na prática, a África subsariana continua sendo a região menos eletrificada do mundo, até à atualidade.

No entanto, a maior parte dessas iniciativas e programas definem metas quantificadas de desenvolvimento (dobrando a parcela de energia renovável na matriz energética), e oferecem uma assistência técnica (desenvolvimento/habilidades) e/ou financeira (sub-operações, empréstimos, ações) para alcançá-las. O problema é que, a partir de um determinado momento, necessário se torna levar esse desenvolvimento em energia renovável a outras paragens do globo que, tal como,

nos países desenvolvidos, querem mudar o “quadro” de sua matriz energética, e produzir energia com melhor qualidade e acessível a toda sua população.

Este estudo pretende demonstrar como as instituições e geografias podem influenciar na produção e consumo de energia, tendo em conta as características socioeconómicas usuais como rendimento e nível de urbanização, e a dinâmica populacional. Assim, apesar de haver investimentos cada vez mais importantes em energia renovável na África subsaariana, o desenvolvimento das mesmas enfrenta sérios desafios institucionais, regulatórios e estruturais a nível local, tais como: as interdependências entre os processos na transição energética, assim como, as dinâmicas institucionais ocultas que podem ser detetadas nos caminhos de transição energética.

Assim, este estudo recai sobre as energias renováveis, mais concretamente, na energia eólica e solar fotovoltaica. Aborda-se as questões de transferência de novas tecnologias e o seu desenvolvimento em geografias onde a transição e implementação dessas novas fontes de energia, são um desafio para todos os atores envolvidos, e como ultrapassá-las ao longo do processo de transferência.

1.2. Motivação

O interesse nas energias renováveis, surge da possibilidade de se discutir sobre a necessidade de haver uma transição energética, e da necessidade também, de se mudar os recursos que são usados atualmente para a produção de energia. As energias renováveis, nomeadamente a energia eólica e solar são hoje em dia vistas como uma das mais promissoras fontes de energia renovável, que se caracterizam por ter uma tecnologia madura, principalmente na Europa.

A abordagem, neste caso, vai no sentido de elucidar sobre os incentivos e investimentos para as energias renováveis, em determinadas geografias. Assim, nos debruçamos em alguns países da África subsaariana e não só, nomeadamente: Moçambique e Cabo Verde e São Tomé e Príncipe. A partir daí, demonstraremos que inúmeros fatores podem influenciar no investimento das energias renováveis, e que precisamente, por essa razão, esse “desafio” nestas geografias, por suas particularidades, infelizmente, muitas vezes, é posto de lado.

A questão que se coloca é, como a difusão e desenvolvimento dos sistemas de inovação tecnológico podem alavancar mudanças no sistema energético de Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe, tendo em conta as particularidades de cada um desses países? De que modo os sistemas de inovação tecnológico, variam consoante ao contexto regional em que estão sendo desenvolvidos? De que modo, podem os diferentes atores que concorrem para a inserção e desenvolvimento de novas tecnologias em contextos desfavorecidos, enfrentar as barreiras institucionais e políticas com que se deparam ao longo do caminho para o alcance da transição?

Não podemos afirmar que exista um caminho de transição *uno*, reconhecendo que a dinâmica que pode existir nos diferentes níveis do regime, variam. Isso significa que, a transferências de novas tecnologias de um local para o outro, não obedece regras e padrões rígidos que se aplicam a todas as tecnologias e lugares.

1.3. Contextualização

Sendo assim, o investimento em energia renovável na África subsariana cai na categoria de investimentos de infraestruturas e, como tal, encontra barreiras gerais pertencentes a esta classe de atividades. Portanto, as características dos investimentos em energia renovável, como a eólica e solar em Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe devem passar por uma “transição sociotécnica”; ou seja, será necessário que se leve á cabo mudanças profundas nos sistemas, como, energia, transporte, que envolveram reconfigurações complexas de tecnologia, de política, de infraestruturas, de conhecimentos científicos e de práticas culturais, para fins sustentáveis (Geels et al., 2011). Para isso, políticas internas são necessárias para superar as barreiras, especialmente, para os investimentos na capacidade de energia renovável.

A inovação tecnológica, enfoca no surgimento de novas tecnologias, e nas mudanças institucionais e organizacionais que são necessárias para a formação e crescimento de um novo sistema de tecnologia (Markard et al., 2012). Assim, o sistema de inovação tecnológica é entendido como um processo interativo que envolve uma rede de atores, que atuam dentro de um contexto particular de instituições e, políticas que influenciam o desenvolvimento da tecnologia, comportamento de adoção e desempenho, e que trazem novos produtos, processos e estruturas de organização para o uso económico (Carlsson e Stankiewicz et al., 1991).

Assim, duas abordagens surgiram recentemente na literatura que visam compreender o processo de difusão e crescimento de novos sistemas de tecnologia. O primeiro é o sistema de inovação tecnológica (Bergek et al., 2008a; Hekkert et al., 2007; Markard e Truffer., 2008) que vem do campo mais teórico de transições sociotécnicas (Markard et al.,2012). O segundo é a recente dinâmica histórica de escala (Wilson, 2012, 2009) que vem da tradição de análise de sistemas.

O elemento estrutural central dos sistemas de inovação são os atores envolvidos no desenvolvimento e difusão de novas tecnologias, as redes formais e informais que eles formam, bem como as redes institucionais (Bergek et al, 2008; Lundvall et al.,1992; Malerba., 2002).

Assim sendo, é importante falar de uma questão, a legitimação. Muitos dos primeiros esforços de um TIS emergente deve ser gasto na questão da legitimação, sendo ela um pré-requisito para a formação de novas indústrias e, nos acrescentaríamos novo TIS (Aldrich e Fiol et al., 1994; Rao et al., 2004; Van de Ven et al.,1993).

Legitimidade, é uma questão de aceitação social e de conformidade com as instituições relevantes. É essencial obtê-la, para se conseguir a mobilização de recursos, a formação da procura, a formação de atores no novo sistema de inovação tecnológica, e para a aquisição de força política (Aldrich e Fiol, 1994).

Portanto, pretendemos demonstrar que a energia renovável, eólica e solar, podem se tornar ao longo do tempo, uma das fontes de energia mais importante. Assim, de acordo com a revisão de literatura realizada, a caracterização da energia renovável difere segundo as perspectivas institucionais, os estilos de vida das nações, a geologia e geografia do território.

Conforme foi reconhecido pelo Protocolo de Quioto em 1997, conseguir um futuro de energia de qualidade é o grande desafio do século XXI. Os padrões atuais de recursos energéticos e de uso de energia se mostram prejudiciais para o bem-estar da humanidade a longo prazo. A integridade dos sistemas naturais já está em risco por causa da mudança climática causada pelas emissões de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera. Ao mesmo tempo, os serviços básicos de energia, atualmente não estão disponíveis a todas as pessoas do mundo e mais, a energia será essencial para um desenvolvimento sustentável e equitativo. Os riscos à segurança energética nacionais e globais são ainda mais exacerbados pelo custo crescente da energia e pela competição pelos recursos energéticos muitas vezes distribuídos irregularmente.

Um dos passos que tem de ser dado rumo ao desenvolvimento sustentável, passa pela mudança na produção e consumo de energia, e o acesso deste recurso a milhões de pessoas que estão privadas do mesmo, essencialmente nos países em vias de desenvolvimento. Sem acesso à energia elétrica a qualidade de vida dessa mesma população continuará condenada e conseqüentemente estaremos mais longe de construir um mundo mais sustentável.

A energia tem um papel fundamental neste processo, porque na ausência deste recurso, a população usa outros meios, que prejudicam o ambiente e a sua própria saúde. Por isso, um dos grandes desafios para a humanidade neste século é o de fazer a transição para um futuro energético sustentável. A difusão das fontes de energia renováveis terá uma influência decisiva na capacidade de conduzir o planeta para um caminho energético mais seguro e fiável.

Assim, a aposta nas energias renováveis deve ser determinante na mudança da matriz energética que vigora atualmente em todo mundo e, deve servir para incentivar novas investigações na área, quanto ao aproveitamento da energia produtível através das fontes renováveis.

Que este trabalho, sirva, para dar continuidade a diversos estudos futuros sobre o tema em causa, contribuindo assim para que no futuro próximo, haja cada vez mais interesse na procura, assim como na produção de novas fontes de energia, nomeadamente energias limpas;

Espera-se que o trabalho experimental funcione, como uma estratégia importante no processo de aprendizagem nesta área. E, demonstre também, como o trabalho para construir o impulso necessário para o desenvolvimento e investimento em energia renovável, pode ser mais fácil em algumas geografias do que em outras;

Por último, demonstrar que apesar de investimentos cada vez mais importantes no desenvolvimento de energia renovável na África subsariana, ainda hoje, enfrentam-se desafios institucionais, regulatórios e estruturais na sua implementação. Nossa pesquisa exploratória, será com base em análises de documentos (análise exploratória) que forneçam dados estatísticos sobre o uso de energia renovável atualmente, tendo em atenção a observação do notável crescimento de produção e consumo de energia eólica e solar em diferentes geografias, a nível mundial. Também, em pesquisa documental, análises de artigos científicos. Esse processo passará pela identificação e contextualização de três casos de estudo específico, através de análise de conteúdos e a extração de conclusões.

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos, que descrevem e definem os conceitos que levaremos a cabo neste estudo. No capítulo 1, «Introdução» será feito um enquadramento contextual sobre o tema escolhido. Desde este ponto de vista, faremos: a contextualização do tema escolhido, fazendo algumas considerações conceptuais sobre o mesmo, tendo em conta a conjuntura atual sobre emergência de mudança na matriz energética mundial. Em termos gerais, trataremos de explicar o que nos motivou a realizar este trabalho, como o levaremos á cabo, que estratégia empírica foi usada, e a abordagem empírica que foi usada para a elaboração da dissertação.

O capítulo II, « Fontes das Energias Renováveis», baseia-se na análise das fontes de energia renovável, obviamente não abordamos sobre todas as fontes de energia renovável. Nos debruçamos sobre a energia eólica e solar PV, uma vez que são tecnologias mais maduras e, mais adaptadas. O setor energético, tem ganho um grande avanço na qualidade de energia que se fornece atualmente, graças ao desenvolvimento e incorporação dessas duas fontes de energia na matriz energética mundial. Assim, fizemos uma caracterização dessas fontes de energia renovável, como é feita a produção das mesmas, as inovações e os avanços que têm sido feitas nessas áreas, e como isso tem contribuído para uma queda de preço no custo de sua produção e também para a expansão, difusão e emergência das mesmas.

Segue-se o capítulo III, «Sistemas de Inovação Tecnológica», que explica como será possível que ocorra a tão almejada transição energética. Nesse processo, é necessário que se leve a cabo uma série de mudanças a nível local para que as mesmas possam ser implementadas, e consiga se desenvolver ao longo do tempo em um determinado país ou lugar. Mas, para que essa

transferência de novas tecnologias tenha sucesso, necessário se torna a concorrência de governos, cidadãos, instituições, organizações, etc. Só a convergência de todas essas vontades, levará á bom porto as novas tecnologias que forem adotadas e implementadas.

O capítulo IV, «Energias Renováveis em Contextos Desfavorecidos», abordará a questão da transição energética que estão sendo feitas em alguns países da África subsariana, nomeadamente Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe. A abordagem será feita, tendo em atenção as características económicas e social, e também, o contexto histórico e político de cada país, a sua idiossincrasia, e o momento histórico que o país estiver atravessando.

No último capítulo, V, «Conclusão e Desafios», estabelece-se uma ligação entre energia renovável, alterações climáticas e desenvolvimento sustentável. As energias renováveis são aqui descritas como a contribuição para a definição de uma política energética a nível local. E por último, analisa-se o potencial das correlações que foram observadas nas distintas geografias, e as ilações que podemos extrair a partir daí.

Este trabalho tem como base, principalmente estudos de caso, amostras representativas de alguns países de África subsariana, onde a produção de energia renovável, tais como, eólica e solar teve resultados positivos, como consequência de ter existido desde o início o elemento estrutural central do sistema de inovação, que são os atores envolvidos no desenvolvimento e na difusão de novas tecnologias, as redes formais e informais que formaram, bem como, as redes institucionais que regulam as instituições (Bergek, 2008; Lundvall, 2002), como foi o caso de Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe.

Esses países foram escolhidos, com o intuito de demonstrar que o desenvolvimento e investimento em energia renovável, não pode ser separado do contexto socioeconómico e político em que eles ocorrem. Isso demonstra que instituições e geografias são fatores que afetam no tipo de produção e uso de energia de um determinado local.

Os casos de Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe, são um exemplo desse fenómeno que referimos, tendo em conta que averiguando o contexto socioeconómico e político de cada um deles, nos deparamos com premissas que fazem chegar a essa conclusão.

Demostraremos que nos casos estudados, existe uma estimativa de envolvimento do MDB (Bancos Multilaterais de Desenvolvimento), na capacidade incremental de geração de energia em todas as tecnologias. O envolvimento deles, refere-se a projetos cofinanciados por pelo menos um MDB.

A título de exemplo, no caso de Moçambique, o setor de energia desempenha um papel importante na economia, fornecendo serviços necessários para a economia e, outras atividades relacionadas. O setor tem sido dinâmico nos últimos 10 anos, com mudanças consideráveis na

oferta e demanda de energia, especialmente na geração, transmissão e distribuição de energia. Além dos combustíveis fósseis, Moçambique também tem potencial significativo para desenvolver a maioria dos tipos de energia renovável. Tem um potencial estimado de cerca de 12.000 megawatts (MW) de energia hidrelétrica, de acordo com os estudos de viabilidade que pesquisaram locais específicos com dados hidrológicos confiáveis. Quanto à energia solar, os recursos estão disponíveis em todo o país, com uma radiação solar média de 5,7 kWh.

1.5. Revisão da literatura

Nos últimos tempos, os conceitos de sistemas de inovação tem adquirido grande destaque na literatura sobre os processos de inovação (Chang e Chen, 2004; Sharif, 2006). Razão pela qual essas abordagens provaram ser instrumentais para a formação de uma ampla gama de problemas urgentes de política pública, tais como, a competitividade económica, indústria regional e sustentabilidade ambiental a nível global. Os sistemas de inovação tecnológico, direciona-se em compreender o sistema de inovação em torno das funções de uma tecnologia específica. O foco pode centrar-se em campos tecnológicos já maduros, ou no surgimento e na difusão de inovações novas (Bergek et al, 2008; Carlsson e Stankiewicz, 1998; Hekkert et al, 2007).

Pés embora, essas pesquisas tenham contribuído para uma melhor compreensão de como um sistema de inovação se relaciona com as outras estruturas de contexto, falta ainda uma estrutura coerente que torne explícito como as interações entre um TIS e seus contextos podem ser conceituadas.

Para compreender melhor os problemas de formação de sistemas de inovação tecnológica assente nas energias renováveis, devemos olhar de perto para o desafio das interdependências internacionais do processo de inovação.

Embora várias abordagens analíticas tenham começado a conceituar a crescente importância das ligações internacionais entre os sistemas de inovação regionais e nacionais, uma abrangente estrutura analítica operacional para sistema mundial de inovação é ainda ausente. Em particular, os conceitos existentes foram criticados por permanecer bastante vagos em sua conceituação de interdependências entre vários subsistemas territoriais a nível internacional (Binz et al., 2014; Coenen et al., 2012; Grillitsch e Trippl et al., 2013; Wieczorek., 2015).

No entanto, as interdependências entre um sistema de inovação e determinado contexto geográfico, como a África, pode tornar-se um pouco mais complexa se nos concentrarmos em dois outros obstáculos associados ao contexto geográfico: (a) as conexões estruturais que conduzem a incorporação de estruturas do TIS em um território específico; (b) e conexões estruturais que se relacionam com atores, redes e instituições que interligam distintos lugares.

A legitimidade é um dos processos, ou função muito importante na transição de um TIS. Ela, é uma questão de aceitação social e de conformidade com as instituições locais relevantes. Como é amplamente reconhecida em pesquisas analisadas, a mesma é um pré-requisito para a formação de novos sistemas de inovação tecnológico e, acrescentaríamos, novas indústrias. No entanto, ela não é dada, mas sim formada por meio de ações conscientes por várias organizações e indivíduos em um processo sociopolítico de legitimação, que incorpora aspectos cognitivos, normativos e também reguladores.

Nesta lógica, processos-chave do sistema de inovação foram identificados a partir de uma extensa revisão de literatura e uma agregação indutiva de estudos empíricos, e são eles, *produção e difusão de conhecimentos, mobilização de recursos, orientação na busca, formação de mercado, criação de legitimidade, e a criação de externalidades positivas* (Bergek et al., 2008; Hekkert., 2007). Por isso, embora haja uma série de estudos sobre novas tecnologias em geral, o estudo de tecnologia de energia renovável, em particular, sublinha a importância do processo de legitimidade, apesar de ele estar ausente em grande parte da literatura de estudos sobre “Sistema de Política e Inovação”. Por essa razão, muitos dos primeiros esforços de um sistema de inovação emergente, deve ser gasto com a questão de “aceitação”.

Na etapa inicial da fase de formação de um TIS, a legitimação envolve principalmente a obtenção da tecnologia aceite como uma alternativa desejável e realista; ela torna-se “a política de formar expectativas e definir a aceitação antes dos componentes do TIS emergente serem colocados em prática” (Bergek et al.,2008; Markard e Truffer.,2008). Isso é feito principalmente por meio de especialistas, essa legitimação é construída pela avaliação de tecnologia, e por argumentos racionais. No entanto, o papel dessa avaliação não está isento de problemas. Ela pode causar incerteza para os investidores e decisores políticos, como pode também criar uma oportunidade para vários atores. Portanto, a legitimação não é apenas construída em argumentos sobre o desempenho esperado derivado de avaliações, mas também sobre o acúmulo de atores em um TIS, a experiência e familiaridade com uma nova tecnologia, bem como a confiança dos vários atores que lhe apoiam (Carlsson e Jacobsson et al., 1997; Porter., 1998).

Como a inovação depende, em última análise, de como os atores combinam o conhecimento, vantagem, investimento, mercados e legitimidade para novas configurações de trabalho, o desenvolvimento geral de um sistema de inovação, dependerá de como os processos de formação de recursos nos subsistemas são interligados junto um ao outro.

As inovações emergentes levam tempo para amadurecer e acelerar sua expansão. Um ambiente complexo, composto principalmente por atores e instituições, é necessário para apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias emergentes. A teoria dos sistemas de inovação

tecnológica, avalia os desafios enfrentados na construção de tais ambientes, particularmente o estabelecimento da estrutura e funções do sistema.

Em linha com o pensamento de (Geels et al., 2004; Hughes et al., 1983; Sandén e Jonasson et al., 2005), também incluímos a tecnologia como tal, entre os componentes. Cada sistema de inovação tecnológico tem um grau de singularidade em termos de sua estrutura (ou seja, alguns componentes são exclusivamente dedicados ao TIS), mas os componentes podem também fazer parte de vários sistemas simultaneamente (Wenk e Kuehn et al, 1977).

O TIS, deve passar por uma fase formativa, na qual os elementos constituintes evoluem e se aglomeram através da entrada de firmas e outras organizações, formação de redes, instituições, alinhamento e acumulação de conhecimento e artefactos físicos (Bergek. 2008). Este é um processo cumulativo de muitas pequenas mudanças que podem durar décadas. Portanto, também é um processo caracterizado por alguma incerteza em termos de tecnologias, mercados e regulamentações que tanto investidores quanto formuladores de políticas devem aprender a lidar.

No entanto, existe uma visão divergente, aquela em que cada TIS emergente centrado em tecnologias neutras em carbono, pode contribuir para desestabilizar o “regime de energia” (Raven et al., 2005), aumentando a sua própria funcionalidade, e a de outro TIS relacionado. Em outras palavras, esta relação acontece onde dois ou mais TIS emergentes partilham elementos estruturais como: atores, redes, tecnologias e instituições. A medida em que os elementos estruturais são partilhados, o TIS relacionado pode se beneficiar mutuamente de funções que moldam esses elementos. O fortalecimento de uma função em um TIS pode, portanto, estimular o desenvolvimento de externalidades positivas que contribuam para a construção dos componentes estruturais de outro TIS.

Neste sentido, em contextos institucionais desfavorecidos, é necessário a adoção de políticas públicas de apoio nos pontos fracos do processo de inovação tecnológico. A política deve ser baseada em expectativas realistas e adequadas para a fase de inovação, como a promoção de instituições específicas de tecnologia (padrões, códigos, regulamentos) na expansão da tecnologia, e na formação e capacitação dos agentes locais. Portanto, a decolagem do TIS nestes contextos depende do estabelecimento de elementos estruturais, tais como, uma rede de atores e instituições eficientes, pois só implementação de tais ações desenvolverá e fará avançar o novo TIS.

Porém, as evidências sugerem que a adoção de novas tecnologias e sua incorporação bem-sucedida nos contextos institucionais desfavorecidos, está longe de ser uniforme e muitas vezes vem através de “interações de negociações confusas entre ideologias”, em vez de formas lineares de transferência de tecnologia (Bergek et al., 2008; Markard e Truffer., 2008).

Nesta perspectiva, ao apontar para as características que moldam a decisão, ou até mesmo se a tecnologia mais transferível e competitiva, seja adotada (ou não) em sistemas dinâmicos de energia, deve partir sempre de uma visão “holística”. Isso porque, o sistema de desenvolvimento de energia em cada geografia se difere. Assim, ressaltamos a importância de atender a contextos geográficos, históricos e, políticos ao invés de perseguir um monolítico ou uma abordagem universal para o desenvolvimento de sistema de energia em cada país.

Por essa razão, em vez de substituir os sistemas de energia existentes atacando, relativamente tecnologias novas e em maturação, as energias renováveis, devem interagir com redes sociais, políticas e infraestrutura, juntamente com estruturas ad-hoc, e formas centralizadas de provisão. Essas interações moldam uma transição mais ampla e, com mais possibilidades (Smith, 2014) ao demonstrar que a sustentabilidade das transições sociotécnicas “não são lineares nem puramente técnicas” (Abram et al., 2019).

Por uma necessidade de mercado, as tecnologias chegam a atingir a maturidade, e transcendem os contextos a partir dos quais emergiram, contudo, elas permanecem constituídas através de múltiplos conjuntos de relações que são continuamente refeitas, de modo que as geografias, história e a política de transição são um processo contínuo.

Assim, legitimar um TIS é particularmente problemático no setor de energia renovável em contextos institucionais vulneráveis, onde as tecnologias tradicionais, atores e instituições tiveram décadas para garantir sua posição como “familiares” e socialmente aceitos. Os incumbentes são poderosos e altamente organizados e protegem seus investimentos - para os quais recebem subsídios diretos e indiretos muito elevados -contra mudanças descontínuas. Eles, portanto, não apenas hesitam em adotar o novo sistema tecnológico (Hellsmark et al., 2004; Teppo., 2006), como também podem tentar bloquear deliberadamente o desenvolvimento e implementação de um novo sistema (Bergek et al., 2002; Kaiser., 1992). Isto não significa que consideramos as outras funções do sistema menos importantes, e nem implica que a outra função não esteja presente na caracterização, uma vez que, as funções estão interligadas e acopladas na cadeia de causa e efeito.

Por conta disso, os sistemas de inovação regionais compreendem vários sistemas setoriais interdependentes, que se desenvolvem de uma maneira num lugar, ao longo do tempo. Uma questão fundamental nisso, é a necessidade de formar pessoas com habilidades técnicas e gerenciais para iniciar e executar esses tipos de projetos e negócios. No entanto, esse processo para legitimar a tecnologia não é automático a partir da existência de um conhecimento base, mas requer que o país recetor tenha a capacidade de absorver e assimilar essa tecnologia, a fim de tirar o máximo proveito dela (Mowery e Oxley et al., 1995; Teixeira e Fortuna et al., 2010). O termo capacidade de absorção local refere-se ao aspeto da mudança institucional e organizacional que

são necessárias para se adotar mais rapidamente novas tecnologias (Fagerberg e Godinho et al, 2005).

Muitas vezes, a formação de sistemas de inovação tecnológica em contextos desfavorecidos, passa pela melhoria da “transparência” do processo de aplicação de incentivos a investimentos. Em termos de conteúdo, às vezes, o quadro legislativo nessas geografias ainda não é suficientemente maduro para incentivos ao investimento em energias renováveis.

No entanto, avaliar o impacto dos incentivos ao investimento é complexo, dada a gama de fatores que podem precisar ser levados em consideração ao medir os custos e benefícios de um determinado instrumento de política. Os principais fatores de atração aos investimentos são, boa governança, estabilidade política, infraestrutura moderna e mão de obra qualificada (Jacobsson e Bergek et al., 2004). Muitas vezes, é difícil julgar se um aumento no investimento em energias renováveis em contextos vulneráveis, é devido às condições gerais de investimento ou devido a incentivos específicos ao investimento.

É importante ressaltar que, embora esses fatores de atração são importantes para atrair investidores, existem dinâmicas “ocultas” que só podem ser capturadas no momento da implementação da nova tecnologia; o processo não é linear, e as trajetórias sempre podem variar.

Para mudar práticas insustentáveis, e estruturas sociais institucionalizadas existentes que governam os padrões de comportamento enraizados, recursos coletivos devem ser mobilizados, outros atores convencidos e, deve surgir um entendimento comum à abordagem de prioridade, onde os valores das novas práticas sociais devam ser estabelecidos.

Por isso, busca-se entender melhor a especificidade do lugar de transição, os processos de criação, os potenciais inexplorados de avanços teóricos feitos na geografia económica evolucionária e institucional. É necessária uma abordagem que possa explorar a dualidade da mudança institucional e estabilidade no espaço-tempo, caminhos, para aumentar o conhecimento mais generalizado sobre a geografia na transição sociotécnica (Truffer e Coenen et al., 2012).

Configurações institucionais complementares específicas do local não são composições estáticas, e a mudança de instituições particulares dentro de tais configurações não leva necessariamente à desestabilização da coerência de toda uma arquitetura. Por outro lado, mudança institucional em um domínio pode aumentar a pressão e ter um efeito bola de neve sobre as instituições complementares, levando a uma mudança gradual na outra esfera. Além disso, e relacionado à hierarquia institucional, mudança em um nível inferior tem o potencial de contribuir para a mudança institucional em níveis mais altos (Strambach et al., 2010; Strambach e Halkier et al., 2013).

No entanto, nessas complementaridades institucionais, as funções do sistema também podem induzir a uma dinâmica de mudança em vários regimes. Eles podem levar a incoerências no sistema regional e, portanto, abrir oportunidades para que os atores no nível micro influenciem a mudança.

Capítulo 2. Fontes de Energias Renováveis

2.1. Introdução

Na atualidade, a maior parte de energia usada pela humanidade provém dos combustíveis fósseis- como Petróleo (34,2%); carvão mineral (27,6%); gás natural (23,4%), hidráulica (6,9%), nuclear (4,4%), energias renováveis e outras, Agência Internacional de Energia (AIE, 2017). Até a crise do petróleo da década de 70 pouco se incidia no tema das preocupações ambientais, e apesar dos esforços para contrariar alguns hábitos e mentalidades, a sociedade atual continua movida à custa de recursos esgotáveis que levaram milhões de anos para se formar. O uso dessas fontes primárias de combustíveis em larga escala, tem mudado substancialmente a composição da atmosfera e gerado a emissão dos gases com efeitos de estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO₂), no planeta provocando o aquecimento global, envenenamento da atmosfera e de todo meio ambiente.

Estima-se que a atividade humana tenha causado cerca de 1,0°C de aquecimento global acima de níveis pré-industriais, com variação provável de 0,8°C a 1,2°C. É provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2050, caso continue a aumentar no ritmo atual (Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climática (IPCC, 2018).

Por tais razões, existe uma prioridade iminente de encontrar soluções limpas e ambientalmente corretas, caso contrário seremos obrigados a mudar muitos hábitos e costumes de maneira traumática e bastante dispendiosa, AIE (Agência Internacional de Energia). Assim, o uso de fontes de energias renováveis, e o consequente investimento na sua aplicação para produzir eletricidade, calor ou biocombustíveis, têm vindo a aumentar rapidamente nos últimos anos, e espera-se que esta tendência se mantenha nas próximas décadas. Portanto, a utilização das energias renováveis em substituição aos combustíveis fósseis é uma solução bastante fiável e vantajosa, além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis podem apresentar impacto ambiental muito baixo ou quase nulo ao meio ambiente, sem afetar a composição atmosférica do planeta ou o balanço térmico. Atualmente, e graças as distintas formas de manifestações e várias possibilidades de conversão, as energias renováveis têm evoluído bastante.

Esta evolução é favorecida por vários fatores, como, a gradual diminuição dos custos à medida que a tecnologia amadurece, o aumento dos preços do petróleo e derivados e a existência de políticas públicas de apoio à implementação de fontes de energia renovável, como a solar fotovoltaica, por exemplo. Assim, a indústria das energias renováveis tem a oportunidade de, nos próximos anos, explorar este crescimento e desenvolver-se de modo a eliminar dependências de subsídios estatais e, de trazer tecnologias mais recentes para o mercado.

O desenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento das energias renováveis, poderá beneficiar comunidades rurais e regiões geograficamente desfavorecidas, bem como na produção agrícola, através da autonomia energética e consequentemente na melhoria mundial da qualidade de vida de suas populações. As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais, por isso são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta. As formas e fontes mais conhecidas de energia renovável são, a energia solar que provém do sol, a energia eólica que provém do vento, a biomassa que provém de matéria orgânica, a energia hidráulica explorada através de rios e correntes de água doce, a energia geotérmica explorada através do calor da terra, e a energia de maré que provém dos mares e oceanos.



Figura.1. Ilustração das fontes de energias renováveis. Fonte: AIE (2019)

A utilização de energias renováveis no mundo tem sido crescente a cada ano. Segundo a AIE (Agência Internacional de Energia), no final de 2017, a capacidade de geração renovável mundial era de 2.179 gigawatts (GW). A energia hidroelétrica foi responsável pela maior parte do total global, com uma capacidade instalada de 1.152 GW. Em seguida, as energias eólicas e solar foram responsáveis pela maior parte do restante, com capacidades de 514 GW e 397 GW, respetivamente. Outras fontes de energias renováveis incluíram 109 GW de bioenergia, 13 GW de energia geotérmica e 500 MW de energia dos mares e oceanos. Este aumento a nível mundial é mais substancial nos países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), onde a quota de renováveis na geração de energia aumentará dez pontos percentuais, podendo chegar a 25% até 2020.

Estima-se que, a medida que o acesso a energia renovável torna-se mais acessível á maior parte das populações do planeta, e o custo das mesmas for cada vez mais reduzido, elas poderão

competir em “pé de igualdade” com as energias fósseis, e alcançar um lugar privilegiado na matriz energética mundial. Isso tem estado a acontecer nas duas últimas décadas, mas terá de ser acompanhado de um aumento no desenvolvimento de novas tecnologias que, entretanto, se tornarão cada vez mais competitivas, como é o caso do solar fotovoltaico, da eólica e da biomassa. Tais fatos estão evidenciados no gráfico da figura 2.

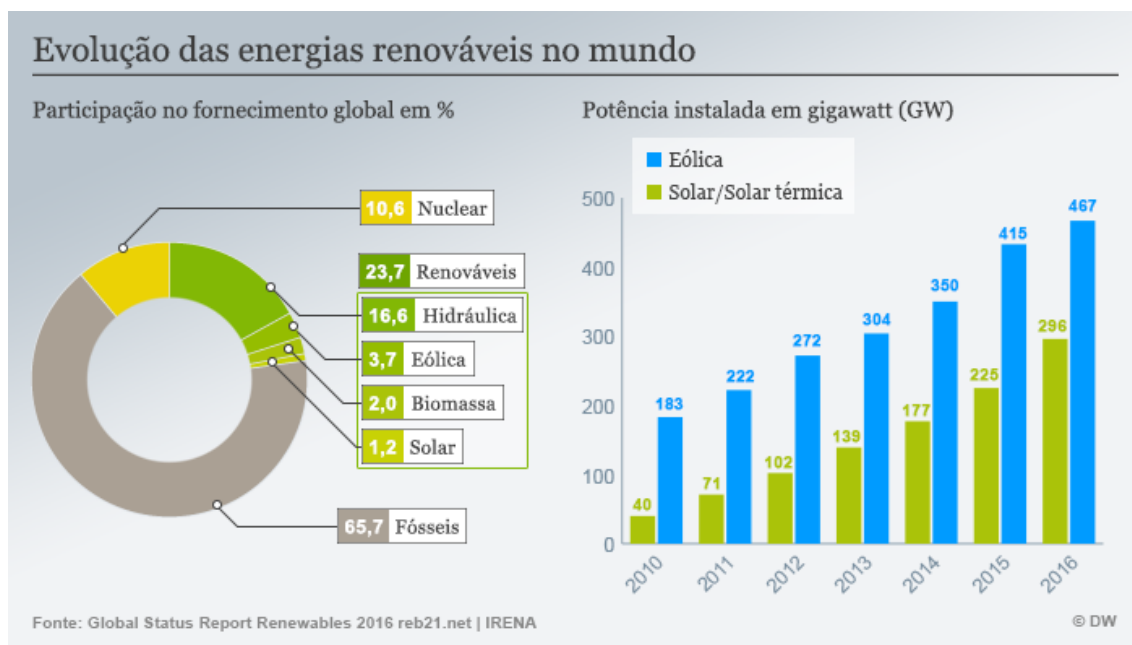


Figura.2. Evolução das energias renováveis no mundo. Fonte: DW(2016), com base em dados da IRENA.

2.2. Potencial das fontes de energias renováveis

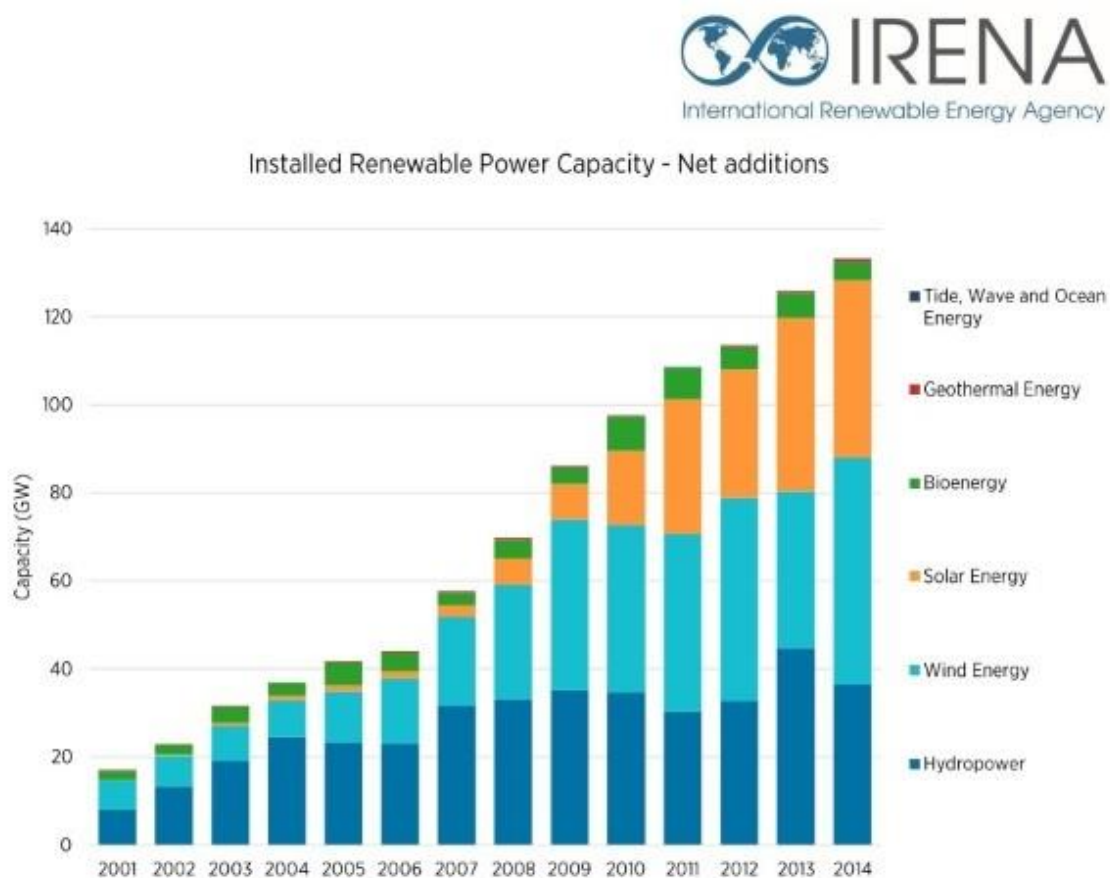
Para os países desenvolvidos, as fontes seguras de energia impulsionam as tecnologias e os serviços que enriquecem e prolongam a vida de suas populações. Para os países, considerados em desenvolvimento, a expansão de fontes de oferta de energias limpas e seguras e financeiramente acessíveis apoia, e até mesmo acelera, mudanças que melhoram e salvam vidas. A energia limpa e segura traduz-se na expansão da indústria, na modernização da agricultura, na ampliação do comércio e em melhores transportes e habitação. Portanto, estes são os componentes básicos do crescimento económico que geram empregos que ajudam as pessoas a saírem da pobreza e a criarem melhores condições de vida.

Por tais razões, a energia é de vital importância para a humanidade, e se tem apostado cada vez mais na busca de conhecimento e de estudos que possibilitem a produção e consumo deste precioso bem de forma mais simples e barata. As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais praticamente inesgotáveis e disponíveis em quase toda a terra, não alteram o balanço térmico do planeta e se configuram como um conjunto de fontes de energia que podem

ser chamadas de energias não-convencionais, ou seja, aquelas não baseadas nos combustíveis fósseis. Portanto, com a crescente utilização destes tipos de fontes de energia, os custos de produção da energia elétrica irão diminuir ao longo do tempo devido ao progresso tecnológico e ao aumento das economias de larga escala no fabrico dos equipamentos, resultando assim em custos menores de investimento e consequente na redução dos custos de energia final tanto para a indústria, como para o mercado e o consumidor.

Assim, no período até 2019, grande parte do aumento na geração de eletricidade foi proveniente de fontes com custos de investimentos menores e tecnologias mais desenvolvidas, como é o caso da energia hídrica e da energia eólica em terra. Este fenómeno terá lugar entre 2015 e 2030, mas será acompanhado de um aumento de novas tecnologias que, entretanto, se tornarão cada vez mais competitivas, como é o caso do solar fotovoltaico, da biomassa e da eólica, segundo o Relatório da Agência Internacional de Energia (AIE, 2016). A título de exemplo, na UE, as energias renováveis representaram mais de 71% do total de capacidade elétrica adicionada em 2012, sendo que apenas a PV representou quase metade (46,7%) da nova capacidade instalada. Esta tecnologia tem evoluído de uma forma muito competitiva, tendo sido registado um aumento muito favorável na potência instalada a partir do ano de 2009.

Figura. 3. Crescimento das fontes de energias renováveis. Fonte:IRENA (2014)



Portanto, as energias renováveis correspondem a um grande número de tecnologias que podem disponibilizar serviços de energia, na forma de eletricidade, aquecimento e arrefecimento e soluções de transporte sustentável. A promoção e a utilização deste tipo de fontes alternativas de energia não devem concentrar-se apenas numa estrutura centralizada ou descentralizada, ou na tecnologia renovável que se afirmará no futuro. Todas as soluções e todos os tipos de energia renováveis devem ser consideradas como interdependentes, de modo a permitir a diversificação do aprovisionamento energético, a mitigação das alterações climáticas e a garantia do desenvolvimento sustentável AIE (Agência Internacional de Energia, 2016).

Porém, apesar dos progressos alcançados por estas tecnologias em várias áreas, as fontes de energias renováveis para produção de eletricidade, como a eólica, a biomassa e o solar fotovoltaico, dentre outras, ainda não têm grande expressão em todas as geografias no planeta, uma vez que, esse novo “paradigma energético” requer mudanças de “sistemas tecnológicos”, ou seja, requer mudanças profundas na tecnologia que afetam vários ramos da economia e que nem todas as nações têm como suportá-las economicamente, devido as suas fragilidades políticas, financeiras e sociais.

Com a crescente procura e utilização destes tipos de fontes de energia, os custos de produção da energia elétrica tem estado a descer ao longo do tempo devido ao progresso tecnológico e ao aumento das economias de larga escala no fabrico dos equipamentos, resultando assim menores os custos de investimento, e conseqüentemente redução dos custos de energia final, principalmente na energia solar fotovoltaico, eólica e hídrica (Relatório da AIE, 2016).

2.3. Energia Eólica

A energia eólica é obtida através da força do vento, frequentemente utilizada para produzir energia elétrica. O vento tem sido, desde há muito, uma fonte de energia, a sua utilização está associada a invenções antigas tais como navios à vela, e também no caso dos moinhos de vento muito utilizado para a moagem de alimentos. Mas, a conversão eólica moderna, começou a ser usado para produzir eletricidade em grande escala após a crise energética da década de 70. Ela tem registado nos últimos anos uma evolução verdadeiramente memorável.

As aplicações atuais mais comuns da tecnologia de aproveitamento dos ventos podem ser classificadas em dois grupos, a geração de energia mecânica, através de cataventos, e geração de energia elétrica, através de conversor eólico (ou aerogerador). Relativamente à geração de energia mecânica, os cataventos de sustentação foram introduzidos na Europa há cerca de 900 anos, tendo como principais aplicações a moagem de cereais e o bombeamento de água, especialmente para drenagem e irrigação.

No geral, os sistemas funcionam em lugares onde o vento tem velocidade média superior a 5,5 m/s (Dessus, 2005). As turbinas geradoras de energia eólica contam com um rotor composto por um cilindro e pás que podem ter eixo vertical ou horizontal. Essas turbinas são instaladas em pequenos grupos de quatro ou cinco, ou em sistemas eólicos, com o objetivo de gerar energia. A sua instalação não impede o uso do solo para a agricultura, embora a rugosidade resultante das plantações possa ser prejudicial ao funcionamento das turbinas. Porém, os sistemas eólicos não são totalmente desprovidos de impacto ambiental.

A energia eólica é hoje em dia, vista como uma das mais promissoras fontes de energia renovável, caracterizada por uma tecnologia madura baseada principalmente na União Europeia (UE). Porém, essa evolução iniciada principalmente nos países da comunidade europeia, teve um grande impulso à luz dos objetivos de desenvolvimento das energias renováveis que foram traçados pela União Europeia. O Parlamento Europeu aprovou a Diretiva 2001/77/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de setembro de 2001 (conhecida como Diretiva das Renováveis) relativa à promoção da eletricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia no mercado interno da eletricidade, baseada numa proposta da Comissão.

O principal objetivo subjacente a esta Diretiva era de criar um quadro que facilitasse o aumento significativo a médio prazo da eletricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia na União Europeia. Ela “constituiu uma parte substancial do pacote de medidas necessárias ao cumprimento do Protocolo de Quioto e à Convenção Quadro das Nações Unidas relativa às alterações climáticas” (Jornal Oficial nºL 283 de 27/10/2001 p.0033-0040).

Como forma de atingir o seu objetivo, a Diretiva propôs que “fosse exigido aos Estados-Membros da União que estabelecessem metas indicativas nacionais para o consumo de eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis” compatíveis com os “compromissos nacionais assumidos no âmbito dos compromissos relativos às alterações climáticas aceites pela Comunidade nos termos do Protocolo de Quioto”. Assim, os resultados destas medidas levadas a cabo pela UE, foram os programas de investimento em larga escala, que potenciaram o desenvolvimento da indústria da energia eólica em muitos países da comunidade (Bento N, Fontes Margarida, 2015). A indústria e o mercado da energia eólica tiveram uma rápida expansão nas últimas décadas. Entre 1998 e 2008 a potência eólica instalada e nível mundial, teve um crescimento médio anual de 29%, passando de 10,2 GW para 120,8 GW. Os países da União Europeia contribuíram imenso para este crescimento, sendo que neste período de tempo, a Europa representou em média 68% da potência eólica instalada no mundo.

O aproveitamento da energia eólica é uma forma não poluente de produzir energia elétrica. No entanto, devido à irregularidade do vento, no tempo e no espaço, uma determinada rede

elétrica não pode ser alimentada apenas por centrais eólicas. Por isso, as centrais eólicas são frequentemente integradas numa rede interligada com outras fontes de energia.

O crescimento da energia eólica no mundo: 2001-2017

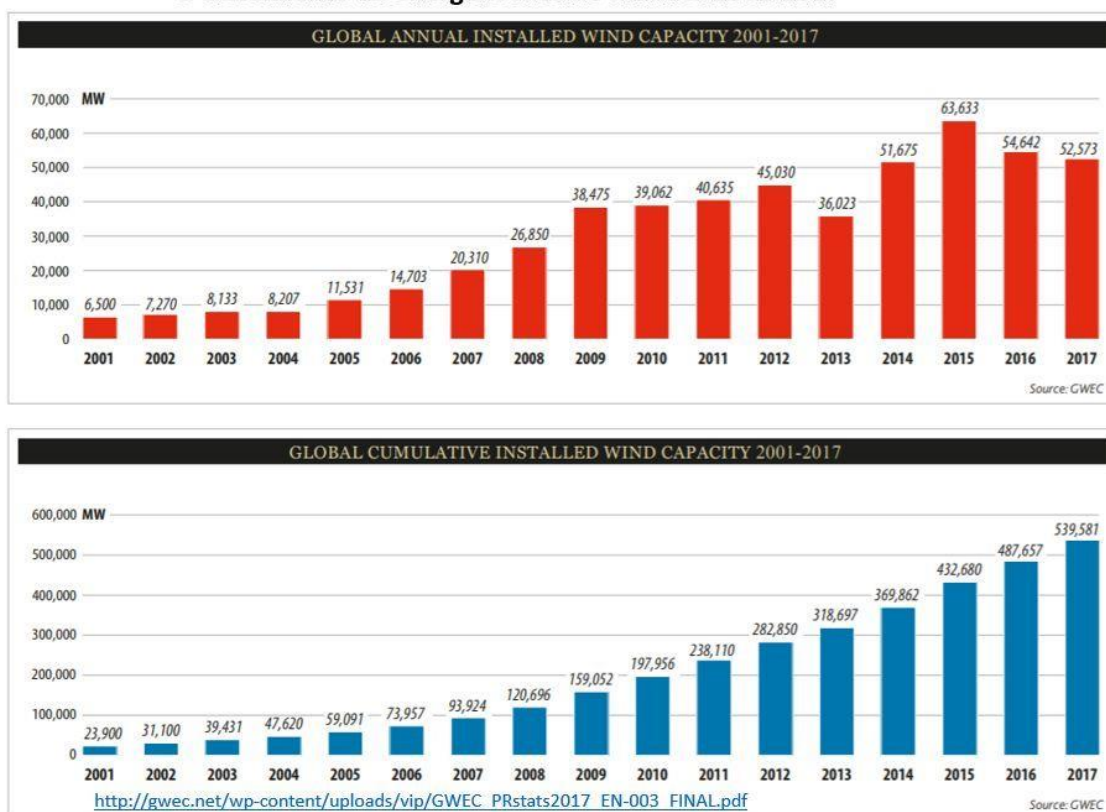


Figura.4. Evolução de crescimento da energia eólica: 2001 e 2017. Fonte: GWEC (2017)

2.3.1 Nível de desenvolvimento

Como se obtém energia através do vento?

As turbinas eólicas têm pás que são postas em movimento pela ação da passagem do vento sobre elas. Esse movimento, energia mecânica alimenta um gerador elétrico que produz a eletricidade. As turbinas eólicas de hoje são de dois tipos: de eixo horizontal, como os antigos moinhos e de eixo vertical.

A tecnologia das turbinas eólicas tem evoluído muito devido aos avanços tecnológicos dos materiais, da engenharia, da eletrónica e da aerodinâmica. Em geral os aerogeradores estão agrupados num determinado local, onde as condições do vento são favoráveis, e estes lugares são designados Parques Eólicos. Estes parques eólicos são de dois tipos, onshore e offshore. Os parques eólicos onshore encontram-se localizados em terra ao largo da costa marítima ou no interior; já os parques eólicos offshore são parques onde os aerogeradores são instalados no mar.

A eletricidade produzida por eles é incorporada na rede elétrica e distribuída aos consumidores da mesma forma que a produzida nas centrais térmicas convencionais.

A energia produzida por qualquer turbina eólica aumenta consideravelmente com a velocidade do vento. Por isso os aerogeradores são instalados nas zonas em que o potencial de eólico é mais elevado, isto é, em zonas ventosas. Como a velocidade do vento é afetada pelo relevo do solo, e aumenta com a altura acima do solo, as turbinas são montadas em torres muito altas, Research Centre for Wind Energy and Atmospheric Flows (RCWEAF).

Como são constituídas as turbinas eólicas?

Geralmente, as turbinas, independentemente da sua dimensão, são constituídas pelos seguintes componentes: o rotor (a parte que roda por ação do vento e onde se fixam as pás), o gerador elétrico, um sistema de controlo da velocidade e a torre. Os aerogeradores possuem também um sistema de segurança que em caso de avaria de algum componente impede o movimento das pás.

Quais são os custos da energia eólica?

O custo da energia elétrica produzida pelos aerogeradores é fundamentalmente determinado pelo:

- Custo do investimento (aerogerador; fundações; ligações á rede, etc.)
- Tempo de vida útil das turbinas eólicas;
- Custos de exploração e manutenção;
- Quantidade de energia produzida;
- Taxa de juro do montante investido;
- Tipo de gerador;

Qualquer aerogerador instalado numa zona de muito vento produz eletricidade mais barata do que se estivesse situado numa zona com menos vento, por via da produção de uma maior quantidade de energia produzida para similares custos. Por esta razão é importante fazer uma avaliação do recurso no local onde se pretende instalar um aerogerador.

Quais são as barreiras económicas à utilização da energia eólica?

A redução no custo das turbinas eólicas tem vindo a verificar-se ao longo do tempo, e em 2004 esses custos variaram entre 650 e 900 euros por kW instalado, dependendo do fabricante e da capacidade de produção da turbina. Porém, em Portugal, por exemplo, a redução dos custos não foi tão acentuada devido à tendência na instalação de aerogeradores de grandes dimensões motivada pelas características dos locais onde foram instaladas e o elevado custo dos terrenos. Estima-se que os custos dos aerogeradores se situem entre 1000 e 1200 Euros/kW instalado.

De acordo com a Associação Europeia de Energia Eólica (EWEA), o custo de instalação de uma turbina eólica estandardizada de 2 MW na Europa custa em média 1,228 Milhões de €/MW, mas, segundo as previsões da Comissão Europeia no Mapa das Energias Renováveis de 2007, o custo médio por kW deve baixar cerca de 100 €/kW até 2020 e 150 €/kW até 2030 (EWEA, 2012).

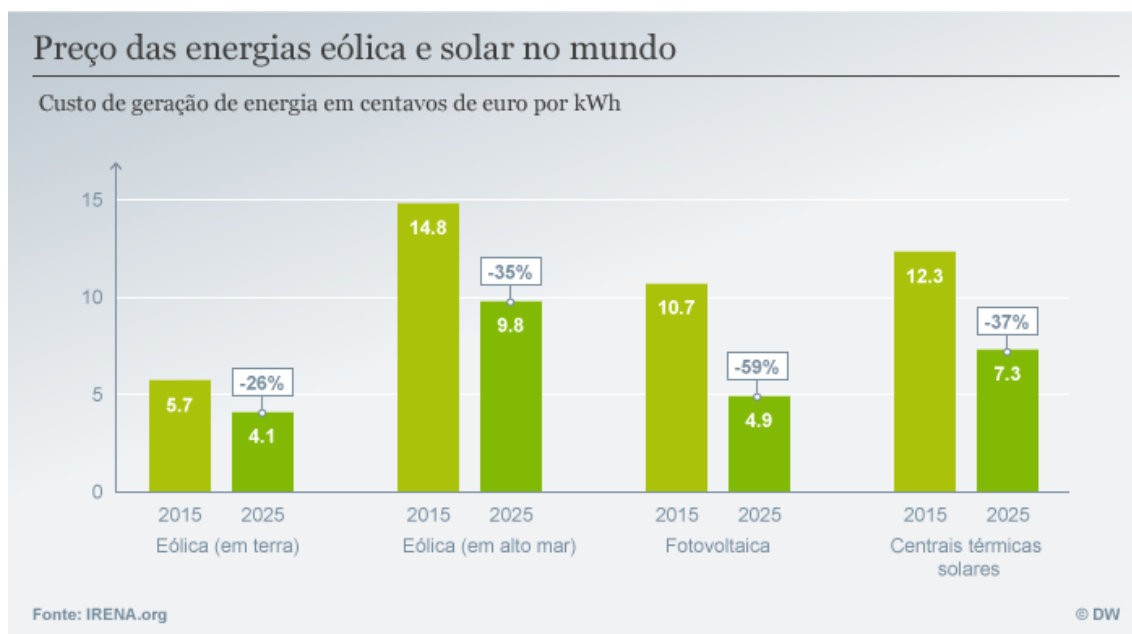


Figura.5. Custo de geração de energia em centavos de euro por kWh. Fonte: DW(2015), com base em dados da IRENA.

Quais são as vantagens que tem a energia eólica?

Por um lado, a energia eólica é uma energia renovável e gratuita, por isso não importa quanta se utilize hoje porque ela estará igualmente disponível no futuro. Por outro lado, energia eólica é uma fonte de energia limpa e não poluente. Não produz gases com efeito de estufa nem outros agentes de poluição. Gera oportunidade de emprego, e também investimentos em contextos desfavorecidos. É uma das fontes mais baratas de energia e pode competir em termos de rentabilidade com a fontes de energias tradicionais.

A partir da segunda metade do século XX intensificaram-se vários programas de investigação com turbinas eólicas, que potenciou o desenvolvimento da indústria da energia eólica. A turbina de 2MW projetada pelo engenheiro Johannes Juul, em 1956/57, é considerada por muitos autores o primeiro gerador eólico da era moderna. Esta turbina, para além de outras características inovadoras, permitiu produzir energia em corrente alternada, possibilitando um grande desempenho no mercado.

Essa experiência acumulada ao longo dos anos, através dos programas de investigação e a comercialização dos geradores eólicos permitiram verificar a predominância das turbinas de eixo horizontal relativamente às de eixo vertical, dos rotores de três pás (cerca de 90%) em relação aos de duas e a colocação do rotor à frente da torre relativamente à sua colocação na parte de trás (em relação ao sentido da velocidade do vento) (Garud R. e Karnoe P. et al., 2003).

Quais são as desvantagens da energia eólica?

A intermitência, ou seja, nem sempre o vento sopra quando a eletricidade é necessária, tornando difícil a integração da sua produção no programa de exploração. Provoca um impacto visual considerável, principalmente para os moradores em redor, a instalação dos parques eólicos gera uma grande modificação da paisagem;

Tem impacto sobre as aves do local: principalmente pelo choque destas nas pás, efeitos desconhecidos sobre a modificação de seus comportamentos habituais de migração; também pode causar exclusão social, pois, na maioria das vezes sua instalação acontece em terras que poderiam ser bem aproveitadas para desenvolvimento da agricultura, ou outras atividades econômicas porque na maioria das vezes essas terras pertencem ao Estado.

Os custos associados à instalação de aproveitamentos eólicos que dependem fundamentalmente dos custos de instalação, e do tipo de tecnologia usada, sendo, por isso, muito variáveis em função das fundações, acessos, transporte, ligação à rede, número de turbinas, e tipo de gerador.

2.4. Energia Solar

A energia emitida pelo sol é sem dúvida um recurso natural que tem merecido cada vez mais atenção no sector das energias renováveis. A energia proveniente do sol e que atinge a superfície da terra tem um valor médio de 1700 kWh/m² por ano, e o total anual é aproximadamente igual a 10000 vezes o consumo global de energia (AIE, 2013).

A energia solar, é considerada inesgotável, e tem sua utilização para produção de eletricidade, e não só, funcionando através de painéis solares e células fotovoltaicas. O aproveitamento dessa energia, tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas mais promissoras para enfrentar os atuais desafios ambientais.

A radiação solar que alcança à superfície terrestre divide-se em três componentes, direta, a que vem "diretamente" desde o disco solar, a difusa proveniente de todo o céu exceto do disco solar, das nuvens, gotas de água, e a radiação refletida que provém da reflexão no chão. Essa energia solar que advém da radiação solar direta, pode ser aproveitada de diversas formas,

permitindo seu uso em aplicações térmicas em geral, obtenção de força motriz diversa, obtenção de eletricidade e de energia química.

Assim, a conversão da energia solar pode ser efetuada de dois modos, a forma ativa e a forma passiva. A forma ativa, é a transformação dos raios solares noutras formas de energia, térmica ou elétrica, e a forma passiva, baseia-se no aproveitamento da energia para aquecimento de edifícios ou prédios através de concepções e estratégias de construção. Portanto, a energia solar pode ser utilizada diretamente para uma função, como aquecimento de um fluido, sistemas solares térmicos, rentabilizar as suas propriedades num edifício, sistemas solares passivos, ou produção de energia elétrica, nomeadamente o sistema solar fotovoltaico.

2.4.1. Solar Térmico

Foi a partir de 1990 que se iniciou um desenvolvimento industrial mais decisivo neste setor, tornando-o assim, mais profissional e moderno. Foram feitos esforços ao nível de investigação, desenvolvimento e design. Por isso, hoje em dia, o sistema solar térmico já é economicamente viável, de elevada qualidade e tem diversas aplicações.

A tecnologia usada no sistema solar térmico, consiste na transformação da radiação solar em calor ou frio utilizável. O aquecimento de um fluido, líquido ou gasoso, em coletores solares, é a utilização mais frequente da energia solar térmica. O aquecimento de água por esta via é hoje uma tecnologia fiável e economicamente competitiva em muitas circunstâncias.

De forma resumida, os sistemas de aquecimento com energia solar são, basicamente, constituídos por coletores solares, reservatório térmico, um sistema de circulação de água e um sistema auxiliar de aquecimento. O coletor solar é o componente essencial do projeto, pois é o responsável pela captação da energia solar e a respetiva conversão desta em calor utilizável.

Esse sistema não é só utilizado no sector doméstico, pois existem também aplicações de grandes dimensões, nomeadamente em piscinas, recintos desportivos, hotéis e hospitais. Também o setor industrial é suscetível de utilizar sistemas solares térmicos, quer para as aplicações acima mencionadas, quer quando há necessidade de água quente de processo a baixa ou média temperatura. Este tipo de sistemas capta, armazena e usa diretamente a energia solar que neles incide.

Assim, as principais vantagens da energia solar ativa são, tanto na sua forma mais simples, obtenção de água quente, como na geração de eletricidade, que resultam numa significativa poupança energética e económica, que pode atingir em alguns casos mais de 80%, e ainda a grande disponibilidade de tecnologia no mercado (RCCTE, 2008).

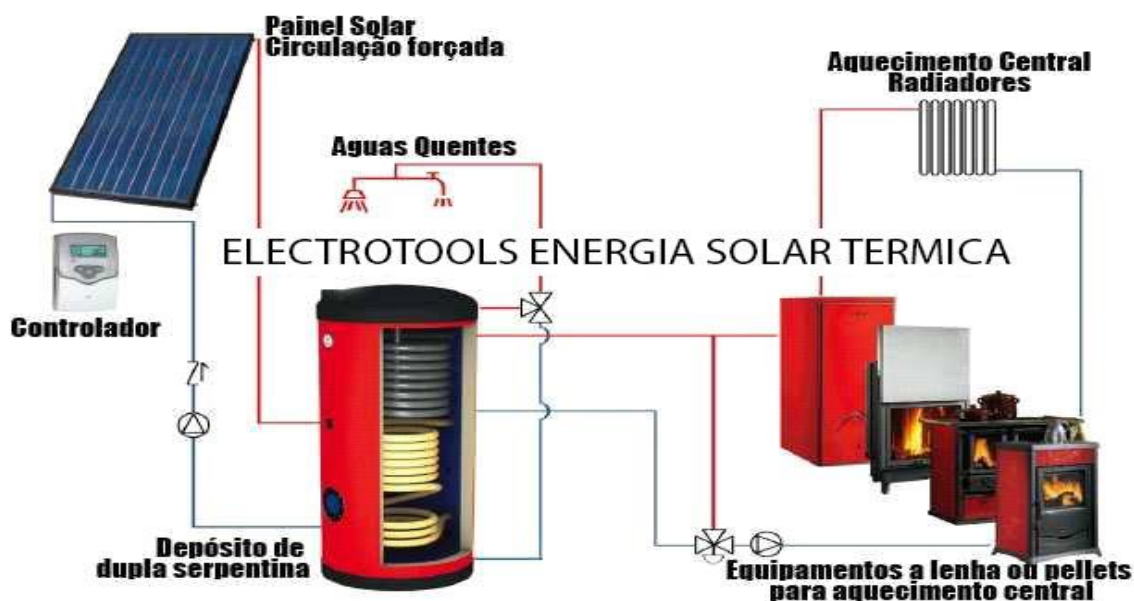


Figura.6. Exemplos de aplicações de um sistema solar térmico. Fonte: Oca Solar Energia(2020)

Os edifícios constituem um bom exemplo de sistemas solares passivos. Um edifício de habitação pode ser concebido e construído de tal forma que o seu conforto, a nível térmico, no inverno e no verão, seja mantido com recurso reduzido a energias convencionais, como a eletricidade ou o gás, com importantes benefícios económicos. Para que isso ocorra, existe um grande número de intervenções ao nível das tecnologias passivas, desde as mais elementares, como pode ser o isolamento do edifício e uma orientação e exposição solar adequados às condições climáticas, a outras mais elaboradas, respeitantes à conceção do edifício e aos materiais utilizados (Pacheco .,2006).

Mas, como qualquer outra fonte de energia, também o sistema solar térmico tem as suas desvantagens, que é o caso do elevado investimento inicial na instalação solar, que se apresenta frequentemente como o maior entrave ao desenvolvimento desta solução. Outra restrição, é que a maior parte da energia solar térmica tem de ser produzida no local onde é utilizada, com exceção da produção de eletricidade centralizada a partir desta fonte.

Para além dos fatores enunciados, os custos de investimento deste tipo de sistema dependem da complexidade da tecnologia escolhida, das condições geográficas e do mercado do país onde se efetua o projeto (Pinto ., 2009).

Existe também a tecnologia solar fotovoltaica, que consiste na geração de eletricidade a partir da luz. Atualmente, o sistema solar fotovoltaico já é uma aposta economicamente viável em locais remotos da rede elétrica, e existe um interesse crescente a nível mundial no desenvolvimento e implementação de sistemas ligados à rede; é o que veremos em seguida.

2.4.2. Solar Fotovoltaico

A energia fotovoltaica funciona através de células fotovoltaicas - ou células solares - que são construídas de materiais semicondutores. Através das células fotovoltaicas convertem a energia solar em energia elétrica, tendo sido estas, as primeiras aplicações utilizadas na alimentação de satélites espaciais. Nos materiais semicondutores sob o efeito de uma radiação luminosa, a energia dos fótons incidentes é diretamente transferida para o sistema eletrônico do material, podendo excitar elétrons da banda de valência para a banda de condução e dando origem à criação de pares de elétron (absorção). Para a obtenção de uma corrente elétrica, é criada uma estrutura de separação dos portadores de carga foto gerados, por ação do campo elétrico interno, antes de se recombinarem. Segue-se logo a extração das cargas em corrente contínua para utilização. A este efeito dá-se o nome de efeito fotovoltaico.

O sistema solar fotovoltaico não requer alta irradiação solar para funcionar. No entanto, a geração de energia depende da densidade das nuvens. De forma que, quanto menos nuvens, resultará em uma maior produção de energia comparado há dias nublados devido à incidência solar. Porém, existem outras aplicações em que a energia solar fotovoltaica pode ser utilizada com benefício, como é por exemplo, o caso da irrigação agrícola, onde há uma relação direta entre as necessidades de água e a disponibilidade de energia solar.

Hoje em dia, o sistema fotovoltaico já é uma aposta economicamente viável em locais isolados da rede elétrica e existe um interesse crescente a nível mundial, no desenvolvimento e implementação de sistemas ligados à rede, sendo os edifícios um caso muito interessante. A colocação e integração de painéis fotovoltaicos em edifícios, quer sobre a cobertura, quer como elementos arquitetónicos, possibilita baixar os custos da energia produzida, tendo em conta que os painéis solares podem passar a substituir a cobertura ou outros elementos dos edifícios.

Como funcionam as células fotovoltaicas- ou células solares? Estas células, são geralmente feitas de silício cristalino, ou de filmes finos depositados em finas camadas sobre um substrato. Atualmente, a maioria dos módulos produzidos, são feitos a partir de silício cristalino. No entanto, espera-se que a tecnologia de filme se torne predominante no mercado para edifícios, uma vez que estes tipos de módulos possuem vantagens como menor peso, maior resistência e melhor aparência, European Photovoltaic Industry Association (EPIA)/Greenpeace (2005).

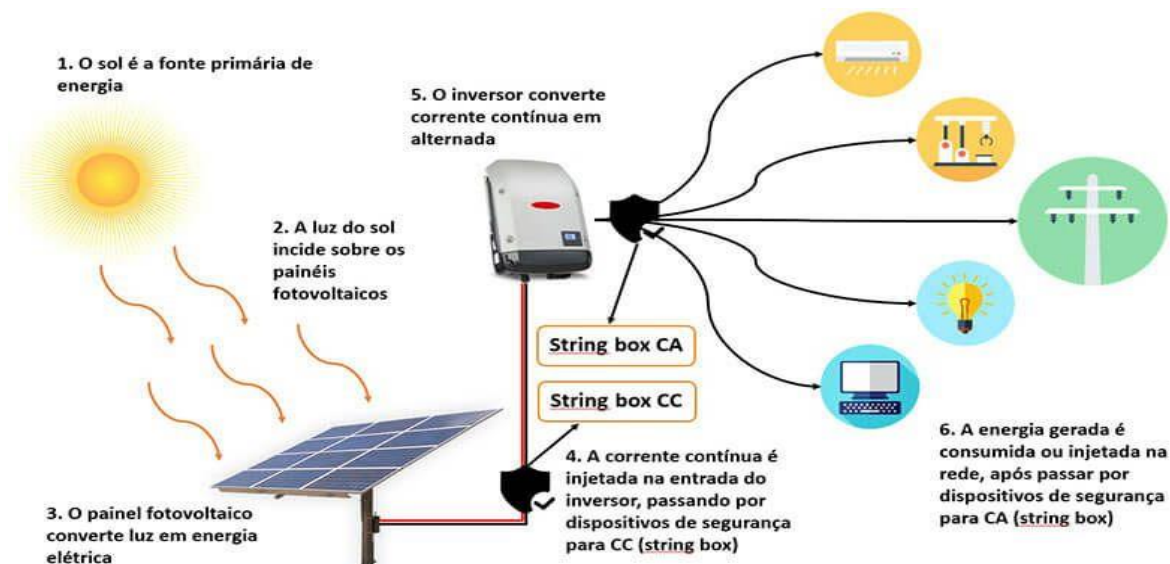


Figura.7. Exemplos de aplicação de um sistema fotovoltaico. Fonte: Oca Solar Energia (2020)

Hoje em dia, as células fotovoltaicas podem dividir-se em três tipos:

- Silício cristalino: é o tipo de células mais comum presentes em módulos fotovoltaicos (podem ser em silício monocristalino ou policristalino), sendo amplamente usados; a sua eficiência encontra-se entre 13% a 16%, atingindo-se 25% em laboratório.
- Filmes finos: na atualidade, existem três tipos principais de filmes finos, que são os de silício amorfo, os de cobre índio diselénio (CuInSe_2), e os de cádmio telúrio (CdTe). Os filmes finos usam camadas de reduzida espessura de materiais fotossensíveis, assentes sobre um substrato de baixo custo como vidro, aço ou plástico.
- Novos tipos: existem outros tipos de células que engloba vários e novos conceitos de célula solares, que ainda se encontra em fase de investigação, mas promete-se desenvolvimentos assinaláveis a médio prazo, como é o caso dos concentradores, em que a luz é focada com recurso a um concentrador ótico (espelhos ou lentes de Fresnel) numa pequena área da célula fotovoltaica, requerendo assim menos células para produzir a mesma energia. Entretanto, é necessário um seguimento solar preciso, e não é possível usar a totalidade da luz difusa (EPIA)/Greenpeace (2005).

Tais fatos demonstram que ainda existe uma grande margem de progressão para a investigação e desenvolvimento associado à tecnologia solar fotovoltaica, de modo a haver uma variedade de opções que respondam às exigências de um mercado cada vez mais crescente.

Mas, a indústria fotovoltaica não abrange apenas o fabrico de módulos, existindo um custo considerável nos componentes do sistema, tal como nos inversores, baterias, reguladores de carga, estruturas, entre outros. Tem também, custos de instalação e desenho,

que podem variar de acordo com o tipo, tamanho e desenho do sistema, e que, por conseguinte, têm um impacto nos custos da energia produzida.

Os sistemas solares fotovoltaicos são utilizados em várias aplicações, como acima exemplificamos, das quais se destacam:

- Eletrificação remota: hoje em dia, uma das principais aplicações da energia fotovoltaica é a possibilidade de fornecer energia elétrica a lugares remotos, onde o custo da montagem de linhas elétricas é superior ao sistema fotovoltaico, ou existe a impossibilidade deste tipo de fornecimento;
- Os sistemas autónomos: que consiste na bombagem de água para irrigação, sinalização, e alimentação de sistemas de telecomunicação;
- Aplicação de micropotência: aplicáveis em relógios, máquinas de calcular;
- Integração em edifícios: a integração de módulos fotovoltaicos em edifícios, nas suas fachadas e telhados, é uma aplicação recente, podendo representar reduções de custos construtivos e energéticos. A energia produzida em excesso pode ser vendida à companhia elétrica, e quando existem insuficiências, esta pode ser comprada;
- Automóveis: outra aplicação, ainda em fase de investigação, é a de veículos providos de células fotovoltaicas, com suficiente potência para movimentá-los, bem como, embarcações de recreio;

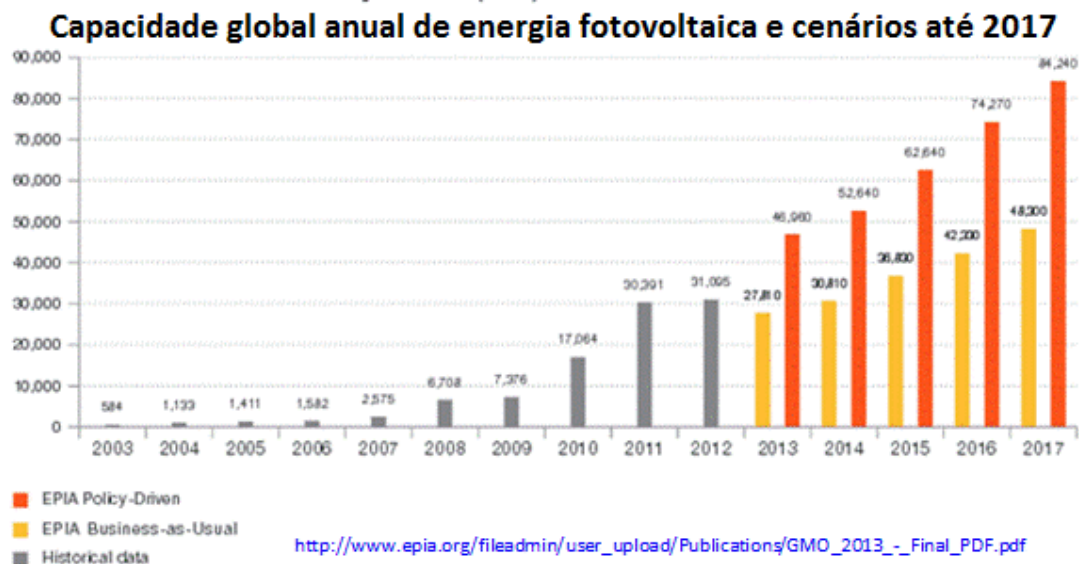


Figura.8. Capacidade instalada com tecnologia solar fotovoltaica. Fonte: EPIA (2013)

Quais são as desvantagens dos Sistemas Fotovoltaicos?

Os elevados custos de investimento em sistema fotovoltaicos são a maior barreira ao desenvolvimento deste mercado, no entanto tem-se observado uma tendência contínua de descida de preços. Esta descida dos preços associada à maior eficiência dos painéis fotovoltaicos tem sido um fator crucial no desenvolvimento desta tecnologia.

No entanto, os custos de operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos são normalmente inferiores aos dos convencionais geradores de eletricidade, fazendo com que na atualidade sejam uma opção bastante rentável em locais distantes da rede elétrica (EPIA)/Greenpeace (2005).

Outra das principais desvantagens do sistema solar fotovoltaico, é o seu baixo rendimento, isto é, uma baixa conversão da energia solar em energia elétrica. A razão deste fato reside fundamentalmente na deficiente exploração do espectro da radiação incidente, do sol, por parte dos dispositivos, e existe ainda, a limitação de produzir apenas durante o período de luz solar, ou seja, durante o dia.

Capítulo 3. Sistemas de Inovação Tecnológico

3.1. Considerações conceituais sobre Sistema de Inovação Tecnológico

Para estimular o desenvolvimento de uma inovação tecnológica é necessário que haja uma mudança “transformadora”, ou seja, é necessário que ocorra uma mudança estrutural em todos os níveis. As condições que estimulam o impacto transformador das inovações tecnológicas, centram-se na sua capacidade de estimular novas atividades industriais, o que pode ajudar na reorganização de setores estabelecidos ou proporcionar oportunidades para o aparecimento e desenvolvimento de novas tecnologias (Weber e Rohracher et al., 2012).

Por isso, as características de desenvolvimento de uma inovação tecnológica, ditam o potencial transformador das inovações. Neste sentido, a mudança tecnológica pode conduzir a uma profunda transformação da sociedade, onde será implantada (Freeman e Luoçã et al., 2001). Assim, uma parte substancial dessa transformação do sistema de inovação passa pela transição sociotécnica. Cada sistema de inovação tecnológica tem o seu grau de singularidade em termo de sua estrutura e componentes. Falamos sobre o sistema de inovação tecnológica porque resulta fundamental para compreender, como tecnologias emergentes podem contribuir para a transformação de muitos setores, independentemente do local onde será desenvolvido.

No entanto, o modelo de Sistema Tecnológico de Inovação (TIS) enfocam no surgimento de novas tecnologias e nas mudanças institucionais e organizacionais que são necessárias para a formação e crescimento de novo sistema de tecnologia.

A transição sociotécnica refere-se a estrutura profunda de mudanças nos sistemas, como energia, transporte, que envolvem reconfigurações complexas e de longo prazo de tecnologia, política, infraestrutura, conhecimento científico e práticas sociais e culturais para fins sustentáveis. O estudo de transição sociotécnica, em setores como energia mudam ao longo de várias dimensões e representam um desafio para as estruturas existentes em inovação. Ela envolve mudanças em ampla gama de tecnologias que inter-relacionam-se.

Os sistemas de inovação tecnológico são constituídos por redes de atores multi-escalares e contextos institucionais que conjuntamente apoiam ou não, a formação e difusão de uma inovação. Em alguns casos, eles podem ser redutíveis a territórios específicos, contextos, em outros, eles dependem das estratégias dos atores, redes e dinâmicas institucionais que co-evoluem entre as diferentes partes do mundo (Bergek et al., 2008; Markard e Truffer., 2008).

A interação complementar de componentes técnicos e não técnicos é o centro dos conceitos como grandes sistemas técnicos, ou sistemas de inovação tecnológico (Bergek et al, 2008; Carlsson e Stankiewicz., 1991).

Uma forte complementaridade com as estruturas do contexto: tecnologias, instituições, setores e espaço, podem acelerar o desenvolvimento tecnológico e a descarbonização do sistema energético.

Por exemplo, observa-se que o setor de energia está passando por momentos de grandes mudanças nas últimas décadas, tornando-se necessário que as empresas públicas e privadas criem novas tecnologias, processos e produtos, para que seja possível desenvolver uma produção e consumo energético mais adequado à realidade socioambiental a nível mundial. Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico permitiu um ganho significativo no aproveitamento de energia proveniente de fontes renováveis.

Um sistema de inovação tecnológica é definido como um conjunto de elementos, incluindo tecnologias, atores, redes e instituições, que contribuem ativamente para o desenvolvimento de um campo de tecnologia específico (Bergek et al., 2008; Markard e Truffer., 2008). A perspectiva da inovação tecnológica, enfatiza interdependências entre esses elementos que dão origem a diversas formas de sinergias, como o patrimônio coletivo em que os diferentes atores podem cooperar, mas que não poderiam produzir se não trabalhassem em conjunto (Andersen e Markard et al., 2017).

Na inovação tecnológica, a estrutura de sistema e o desempenho do sistema estão associadas a disponibilidade de recursos complementares, como humanos e financeiros, infraestruturas, productos, e serviços específicos. Uma grande parte dos estudos que aplicam a estrutura do TIS tem se concentrado em estudar o surgimento de tecnologias limpas e, por isso, tornou-se um importante alicerce da pesquisa em transições de sustentabilidade (Markard et al., 2012). Dentro do campo dos estudos de transição, o TIS contribui com uma estrutura analítica para a compreensão da natureza complexa do surgimento e crescimento de inovações tecnológicas.

Portanto, o sistema de inovação tecnológica é definido como um conjunto de elementos, incluindo tecnologias, atores, redes e instituições, que contribuem ativamente para o desenvolvimento de um campo de tecnologia específico, por exemplo, um campo de conhecimento técnico específico, ou de um produto e suas aplicações (Bergek et al., 2008; Markard e Truffer., 2008). A perspectiva do TIS enfatiza interdependências sistêmicas entre esses elementos, que dão origem a diversas formas de colaboração, como o patrimônio coletivo em que os diferentes atores podem desenhar, mas que não poderiam produzir se trabalhassem isoladamente.

O sistema de inovação tecnológica (TIS) concentra-se em compreender o sistema de inovação em torno de funções de uma tecnologia específica. O foco pode ser em campos

tecnológicos maduros ou na emergência e difusão de inovações novas (Bergek et al, 2008; Carlsson e Stankiewicz., 1991). Como o sistema de inovação tem uma estrutura centrada na tecnologia, sempre houve um foco em fatores específicos da tecnologia no desenvolvimento do TIS. Assim, a existência de ativos no nível do sistema, ou seja, recursos, implica que os limites do sistema de inovação devem ser cuidadosamente escolhidos.

3.2. Transição Sociotécnica

Uma transição sociotécnica é uma transformação fundamental de um sistema sociotécnico (Geels e Schot et al., 2010). A transição sociotécnica refere-se a estrutura profunda de mudança nos sistemas, como energia, transporte, que envolvem reconfigurações complexas e de longo prazo de tecnologia, política, infraestrutura, conhecimento científico e práticas sociais e culturais para fins sustentáveis.

O grande desafio para a transição sociotécnica, resulta no uso correto das inovações tecnológicas que permitam alternativas financeiras viáveis e, ao mesmo tempo, criem benefícios sociotécnicos e ambientais para a sociedade. Dentro do campo dos estudos de transição sociotécnica, o sistema de inovação tecnológica contribui com uma estrutura analítica para a compreensão da natureza complexa do surgimento e crescimento de novas tecnologias e indústrias.

As transições sociotécnicas que ocorrem em setores como energia, mudam principalmente, ao longo de várias dimensões e representam um desafio para as estruturas existentes em estudos sobre inovação. Um dos problemas nesses estudos, é que as transições envolvem mudanças em uma ampla gama de tecnologias inter-relacionadas. No entanto, não apenas as tecnologias tendem a mudar, mas também as formas como elas interagem e se complementam umas com as outras. Assim, a inter-relação complementar de componentes técnicos e não técnicos é crucial para a prestação de serviços, como fornecimento de energia, razão pela qual também é imprescindível compreender as implicações das mudanças nas complementaridades no percurso dessas transições sociotécnicas. Para entender a transição entre esses componentes do sistema, é importante compreender o papel de complementaridade que existe entre eles.

Essa complementaridade está intimamente associada à *dependência*: se dois elementos têm complementaridades fortes, eles também dependem muito um do outro. Essa interação complementar de componentes do sistema gera "externalidades positivas", forte crescimento e sistemas adquirindo impulso (Hughes et al., 1987). No entanto, esta interação, é apenas uma forma de demonstrar como os elementos do sistema influenciam uns aos outros.

Por outro lado, essa forte *dependência* pode levar a limitações. Essas limitações ocorrem, quando o desempenho de um elemento focal fica comprometido por causa de um elemento complementar ausente, peculiar, ou de pouca qualidade.

É importante, compreender que as complementaridades são crucias para o desenvolvimento de novos produtos, novas tecnologias e empresas, uma vez que elas se desdobram em diferentes níveis e, seus elementos complementares incluem tecnologias e produtos, bem como, recursos, estruturas institucionais e/ou serviços.

A complementaridade pode envolver elementos únicos ou até mesmo uma cadeia completa de elementos. Isso abre a possibilidade de uma taxa de sobreposição do sistema, variando de sistemas totalmente independentes a sistemas com ressonância muito forte. Um TIS em que muitos dos elementos - ou alguns poucos essenciais – têm vínculos para estruturas de contexto, pode ser fortemente influenciado por estas estruturas e também pode influenciá-los em simultâneo. Isso implica que estes vínculos estruturais podem dar origem a interdependências dinâmicas entre um TIS focal e várias estruturas de contexto, onde a dinâmica observada em um contexto específico pode impactar o desenvolvimento de um TIS e vice-versa.

Subjacente a isso, passamos a identificação de complementaridade, tendo em conta o propósito da mesma. Neste âmbito, estruturamos as complementaridades de transição em quatro grupos, tais como: relações diferentes; composição e objetivos diferentes; finalidades diferentes e, dinâmica de complementaridades (Markard e Hoffman et al., 2016).

3.2.1. Estrutura e interações

Na complementaridade, a relação pode ser unilateral, quando um elemento fornece um benefício para outro, ou bilateral, quando ambos elementos beneficiam uns dos outros, embora não necessariamente no mesmo nível. Assim, as relações bilaterais tendem a desempenhar um papel muito importante nas transições sociotécnicas na medida em que criam feedbacks positivos que criam um forte crescimento em ambos elementos.

Uma segunda estrutura dessas relações, é a intensidade. Assim, as relações de complementaridade podem ter um vínculo forte ou fraco. Existe uma forte complementaridade se um elemento componente é crucial para o valor ou desempenho do componente focal e não substituível. Em alguns casos, a complementaridade pode até ser absoluta, o que significa que o complemento é estritamente necessário para o elemento focal. No entanto, essa intensidade das complementaridades pode mudar ao longo do tempo, como por exemplo, a medida em que uma tecnologia se torna mais madura.

Uma terceira distinção é, se os elementos focais e complementares são diferentes (oficinas de concerto e carros, energia eólica e acesso à rede) ou semelhantes (elos da cadeia, empresas com interesses semelhantes que unem forças em standardização). Este último caso foi também distinguido como complementaridade agrupada (Grandori e Furnari .,2009).

3.2.2. Elementos estruturais

O segundo grupo de construção desta estrutura, é uma distinção dos elementos, de acordo com os tipos de componentes envolvidos. Tendo em conta o nosso propósito, atribuímos a tecnologia um papel fundamental como elemento focal. Distinguimos o componente tecnológico, institucional, organizacional e a complementaridade de infraestrutura. A complementaridade se refere a uma interação positiva de pelo menos dois elementos no sentido de que a combinação produza mais valor do que a soma do valor de cada elemento isolado (Grandori e Furnari et al., 2009).

É importante esta distinção dos diferentes elementos porque distintos atores podem ser envolvidos e diferentes tipos de estratégias de intervenção podem ser aplicadas.

As complementaridades tecnológicas surgem quando outras tecnologias afetam positivamente a tecnologia focal. Geralmente, isso ocorre horizontalmente, quando diferentes tecnologias são combinadas; por exemplo: postos de combustíveis e automóveis, e verticalmente, ou seja, onde elas estão ligadas em cadeias de valor, por exemplo: máquinas para produção de células solares, baterias como um componente central para veículos elétricos.

Complementaridades tecnológicas estão associadas a desafios particulares. Elas geralmente ultrapassam os limites da indústria, o que significa o envolvimento de diferentes atores, bases de conhecimento, modelos de negócios. A questão central, é a coordenação dos diferentes atores no campo tecnológico. As tecnologias complementares podem também exibir sua própria dinâmica. Elas podem não se desenvolver, em termos de capacidade e qualidade, na mesma velocidade que a tecnologia focal ou podem ter dificuldades para se adaptarem.

Já as complementaridades organizacionais, ocorrem se determinados tipos de ativos organizacionais, competências ou serviços que afetam positivamente a tecnologia focal. Elas podem ocorrer em todas as áreas de organização das atividades desde o desenvolvimento de produto, teste, fabricação, marketing, distribuição e, até os serviços pós-venda. Hoje, a cogeração descentralizada de calor e eletricidade, tem se beneficiado muito com o desenvolvimento de contratação como um novo modelo de negócios para concessionárias e outras empresas.

Complementaridades organizacionais ocorrem horizontalmente e verticalmente, ou seja, ao mesmo tempo e em diferentes níveis de uma cadeia de valor.

Enquanto isso, complementaridades institucionais ocorrem quando as estruturas institucionais específicas afetam positivamente a tecnologia focal. Ela é, muitas vezes, resultado da mudança institucional, que normalmente é impulsionada por propostas da tecnologia focal. Isto é o que acontece, quando uma tecnologia focal se encaixa bem, ou foi adaptada, a uma tecnologia já existente; contexto institucional.

Complementaridade institucional, inclui tecnologia, programas de suporte específicos, regulamentos de planejamento, dado padrão das tecnologias, informações e demandas dos usuários e, expectativas amplamente compartilhadas sobre o futuro de uma tecnologia.

A formação de instituições de complementaridades adicionais, está associada a vários desafios, incluindo mobilização de uma variedade de atores, alinhamento de interesses e superação da resistência dos atores já existentes (Wijen e Ansari, 2007).

Complementaridades de infraestruturas, ocorrem se houver elementos genéricos que geram efeitos positivos para uma ampla gama de tecnologias, incluindo a tecnologia focal. Esses elementos podem ser universidades e institutos de pesquisa, instituições políticas, sistema, serviços de infraestrutura acessíveis e confiáveis.

Entre estas quatro dimensões, os componentes da complementaridade de infraestrutura tendem a ser independentes da tecnologia focal, no sentido de uma relação unilateral: infraestrutura complementar é mais como um determinado fundo, que é dificilmente afetado pelo desenvolvimento da tecnologia focal. Tendo em conta que nenhum limite definido pode ser traçado nessa dimensão, as complementaridades de infraestruturas podem se sobrepor às outras.

3.2.3. Finalidade: complementaridades tecnológicas e setoriais

Complementaridades são uma questão de perspectiva, ou seja, se um componente é complementar a outro, dependendo do propósito subjacente. Para identificar as complementaridades, primeiro temos que especificar o que o elemento complementar deve fortalecer.

A nível de tecnologia, presumimos que a finalidade seja a criação de benefícios para uma tecnologia selecionada, este é o objetivo central, por exemplo, para melhorar o preço ou atuação. Complementaridades ao nível de tecnologia são aquelas que criam esses benefícios.

A nível do setor, presumimos que o objetivo é criar benefícios para a prestação de um serviço mais generalizado ou social, como é o caso do fornecimento de energia. A este nível, os elementos são complementares, quando combinados - assim contribuem melhor para cumprir a função social do setor do que cada componente por conta própria. É necessário ressaltar aqui que,

com esta distinção podemos encontrar complementaridade e competição coexistente, como é o caso de duas tecnologias competindo a nível tecnológico, mas, sendo complementar em relação ao setor.

Podemos ver isso no setor energético onde, a nível do setor, a energia hidroelétrica é complementar à eólica, solar e nuclear porque é armazenável e pode atender as procuras de pico, entre outros. No entanto, essa complementaridade é unilateral porque a hidroelétrica não precisa das outras tecnologias de geração para cumprir as procuras setoriais.

Tal fenómeno, onde a complementaridade e a competição podem coexistir é válido também para casos onde os elementos são semelhantes (complementaridade agrupada), (Grandori e Furnari., 2009). Isso acontece onde esses elementos dependem das mesmas entradas ou saídas, que não são ainda muito disponíveis em quantidade ou qualidade suficiente e, portanto, devem ser criados coletivamente.

Isso novamente ressalta, que complementaridade é uma questão de propósito subentendida em configurações multinível (empresa, campo tecnológico, setor); relações complementares e competitivas podem existir simultaneamente.

3.2.4. Dinâmica das complementaridades

A dinâmica de complementaridades aborda as restrições temporais no desenvolvimento de elementos complementares e mudanças nas complementaridades. As mudanças levam tempo, independentemente se um elemento complementar expande em termos de capacidade, ou melhora em termos de atuação. Cada elemento de uma relação complementar é caracterizado por certas restrições, no que diz respeito à rapidez com que pode reagir; encolher, expandir-se, melhorar, etc. Existem aqueles elementos que podem mudar rapidamente e, aqueles com horizontes de tempo mais longos, que não podem.

Na verdade, o desafio não está no elemento de mudança lenta ou rápida como tal, mas em diferentes horizontes de tempo ou velocidades de desenvolvimento. Conforme uma transição se desenvolve, ocorrem mudanças em vários elementos no setor de complementaridades.

No entanto, três dimensões são particularmente importantes. Em primeiro lugar, a direcionalidade das complementaridades: a unilateral pode se transformar em bilateral e vice-versa. Em segundo lugar, a intensidade com que as complementaridades podem mudar com o tempo. Em terceiro lugar e, não menos importante, os propósitos, podem mudar os efeitos no nível do setor e, podem aumentar à medida que a tecnologia emerge e amadurece. Essa mudança de complementaridades pode ser vista no caso típico de uma nova tecnologia emergente: nos primeiros anos de desenvolvimento da tecnologia, quando a difusão ainda é limitada e as cadeias

de valor ainda não emergiram, as complementaridades são principalmente unilaterais, ou seja, o foco tecnológico depende muito de outros componentes.

Nos primeiros tempos de desenvolvimento, o nível de tecnologia é relevante e o nível setorial é menos relevante. Em estágios posteriores de desenvolvimento, a tecnologia focal fica mais a par das tecnologias estabelecidas e, começa a ganhar mais impacto.

3.3. Modelos de Difusão da Inovação Tecnológica

Na literatura, existem duas abordagens que visam compreender esse processo de desenvolvimento e de crescimento de novos sistemas de tecnologia. O primeiro é o sistema de inovação tecnológico que vem do campo mais teórico das transições sociotécnicas (Bergek et al 2008; Hekkert., 2011); e o segundo, que é a mais nova, é a dinâmica de análise de escala (Wilson., 2012). Na nossa opinião, três melhorias principais são necessárias em uma forma mais integrativa de perspectiva do TIS.

Primeiro, deve conceituar os principais elementos do sistema e os contextos em que as funções do sistema devem emergir, através de uma perspectiva espacial. A questão-chave para a pesquisa de SI não é se a incorporação de processos em contextos territoriais nacionais ou regionais importam, mas, como importa, e se é diferente para diferentes tipos de tecnologia e indústria. Em segundo lugar, a perspectiva deve ser dinâmica, capaz de explicar os processos que levam ao surgimento de novas tecnologias e indústrias. Em terceiro e último lugar, deve levar em conta as diferenças sistemáticas entre a dinâmica de inovação em vários tipos de tecnologias (Morrison et al., 2008).

Definindo a priori as fronteiras nacionais ou regionais como escalares, o conceito de TIS não conseguia capturar totalmente as atividades de organizações, redes e instituições evoluindo de forma supranacional e, portanto, não tinha uma compreensão clara de como eles influenciam na dinâmica de inovação incorporada territorialmente (Coenen et al.,2012). Principalmente, mostram que subsistemas ainda importam, embora eles fiquem cada vez mais interconetados em níveis supranacionais.

No entanto, não há um entendimento compartilhado sobre como essas interconexões surgem, e, quanto mais se são importantes para todas as tecnologias, indústria e mercado da mesma maneira (Coenen et al.,2012).

3.3.1. Dinâmica do Sistema de Inovação Tecnológico

O sistema de inovação de tecnológico, centra-se no surgimento de novas tecnologias e, nas transformações institucionais e organizacionais que são necessárias levar à cabo para que se

possa alcançar a formação e o desenvolvimento de um novo sistema. Portanto, a inovação tecnológica, é entendida como um processo interativo que envolve uma rede de atores, que atuam dentro de um contexto particular de instituições e políticas e que influenciam no desenvolvimento de uma nova tecnologia (Bergek et al., 2008; Markard e Truffer.,2008). Eles, os atores, são o elemento central dos sistemas de inovação, porque são eles os envolvidos no desenvolvimento e difusão das novas tecnologias; no desenvolvimento das redes formais e informais que elas criam, bem como, nos contextos institucionais que criam essas interações. Nesta definição, destaca-se os três principais elementos que constituem a estrutura de um sistema de inovação tecnológico: os atores, as redes e as instituições (Weber e Rohracher et al., 2012).

A estrutura dos sistemas de inovação tecnológica avalia os desafios enfrentados na construção de tais ambientes, particularmente o estabelecimento da estrutura e funções do sistema.

Assim, os atores envolvem empresas, organizações de investigação, como as universidades, departamentos governamentais e outras organizações intermediárias que contribuem para o desenvolvimento e difusão da inovação tecnológica. As redes, são o resultado de parcerias estabelecidas entre componentes fragmentados para realizar uma tarefa específica, como por exemplo, a padronização e formação de mercado, política e defesa de coalizões. As instituições, consistem nas regras formais; leis e direitos de propriedade e; normas informais, como as tradições e cultura de um país, que estruturam as suas interações políticas, econômicas e sociais (North et al.,1990).

Resulta que, as instituições acabam por cumprir três papéis no sistema de inovação tecnológica: primeiro, devem contribuir para reduzir as incertezas no fornecimento de informações; segundo, devem agir como árbitros no gerenciamento dos conflitos que podem advir e, na promoção da colaboração entre os elementos; terceiro, devem criar e fornecer incentivos para a inovação (Geels e Raven et al., 2006).

O sistema de inovação realça um conjunto de processos, ou funções claves, que são necessários para que o sistema possa crescer e ganhar força (Bergek et al., 2008). Esses processos, devem apoiar o desenvolvimento, divulgação e o uso de uma nova tecnologia. São eles: o desenvolvimento do conhecimento formal; as atividades empreendedoras; influencia na direção da investigação; a formação de mercado; a mobilização de recursos, a legitimação, e, por último, o desenvolvimento de externalidades positivas.

O desenvolvimento do conhecimento formal faz referência à forma como o conhecimento é desenvolvido, divulgado e combinado no sistema, a fim de criar uma base de conhecimento. As atividades empreendedoras relacionam-se com o desenvolvimento de um conhecimento mais

aplicado e exploratório, através da realização de investigações técnicas, ou testes de novos mercados e aplicações.

A materialização, refere-se ao investimento em artefatos, como produtos, fábricas e infraestruturas físicas. A influência na direção da pesquisa, refere-se à capacidade de atrair novos atores do lado da oferta e de direcionar suas investigações e investimentos para o sistema de inovação. A formação de mercado, envolve a articulação da procura em torno de mercados cada vez mais organizados, de domínios, projetos de expansão para nichos de mercado, ou seja, identificação de um grupo menor dentro de um setor. A mobilização de recursos, refere-se a como um sistema é capaz de atrair capital humano, capital financeiro e outros ativos de outros setores. Por último, a legitimação que compreende o processo de formação de expectativas e visões, bem como, o alinhamento da regulação por meio de mecanismos como: regulamentações de mercado, instrumentos económicos ou política de ciência e tecnologia (Bergek et al., 2008).

3.3.2. Desenvolvimento de externalidades positivas

O desenvolvimento de externalidades positivas, reflete a força da dimensão coletiva do processo de inovação e da sua difusão. Indica também a dinâmica do sistema de inovação, uma vez que, as externalidades aumentam a força de outras funções do sistema. As externalidades positivas também cobrem os mecanismos que influenciam na direção da investigação dentro do sistema de inovação, em termos de diferentes tecnologias, aplicativos e mercados. Ela desenvolve-se principalmente por meio da força de seu próprio impulso e, é bastante resistente a empurrões e pressões externas. Esta função, chama atenção para três características importantes do desenvolvimento dos sistemas de inovação (Bergek et al., 2008).

Neste âmbito, uns pequenos números de funções emergiram como importantes para ativar a dinâmica do sistema: a legitimidade, a influência na direção da investigação e a formação de mercado (Hekkert e Negro et al., 2009). Muitas destas funções emergiram em estudos pioneiros, em países como a Suécia, onde muitos estudiosos do TIS focaram seu trabalho empírico quase exclusivamente sobre a dinâmica da construção do sistema e formação da indústria em setores emergentes e tecnologias limpas.

Por exemplo, descrever a mudança das forças motrizes externas para o desenvolvimento de combustíveis alternativos na Suécia, resulta do medo de esgotamento do petróleo de 1974 a 1985, por meio da qualidade do ar local (1985-meios de 1990), às mudanças climáticas e, novamente um retorno ao medo do esgotamento do petróleo. A mudança na década de 1980 teve um dramático efeito sobre a legitimação do metanol (de matéria-prima gaseificada), que foi substituído pelo etanol e metano como principais alternativas (Rosenbloom e Christensen, 1994).

Analisando este processo, consideramos que as principais funções do sistema de inovação são suscetíveis de mudar ao longo do tempo, tendo em conta que o desenvolvimento do conhecimento e a direção da investigação são cruciais em um primeiro período de formação, enquanto a formação de mercado torna-se importante em um estágio mais avançado de desenvolvimento da inovação.

Essas interações entre as funções, também chamadas de propulsores de inovação podem levar a ciclos eficazes que aceleram o crescimento do sistema de inovação (Hekkert e Negro et al., 2009). Isso, geralmente, ocorre numa fase posterior, ou seja, na fase de expansão, quando mais funções são cumpridas, levando a uma dinâmica interna mais forte e, ao crescimento do sistema de inovação (Bergek et al., 2008).

Assim, no processo de desenvolvimento dos sistemas de inovação, distingue-se uma etapa formativa e uma etapa de crescimento. A etapa formativa, dá-se quando os componentes importantes do novo sistema começam a ser colocados em prática, envolvendo a entrada de algumas empresas e outras organizações enquanto, na etapa de crescimento, o foco muda para o sistema de expansão e difusão da tecnologia, em grande escala, por meio de formação de mercados de transição e, conseqüentemente, de mercados de massa (Bergek e Jacobsoon et al., 2008).

3.3.3. Difusão espacial

É necessário entender que, a abordagem do sistema de inovação tem a vantagem de ir além das fronteiras setoriais e geográficas para analisar como uma tecnologia se desenvolve, se difunde e é usada (Hekkert et al., 2007; Bergek et al., 2008). Isso significa que o processo de construção de um TIS a nível local, pode ser conceituado como parte de um desenvolvimento do TIS mais amplo e, a nível global (Markard e Truffer et al., 2008).

A integração da dimensão espacial na análise TIS abre um caminho para o estudo promissor no que diz respeito a uma compreensão da difusão da tecnologia em outras geografias. Concretamente, processos que ocorrem quando a tecnologia atinge maturidade suficiente para transbordar dos mercados iniciais e começar a se difundir em novas regiões.

A dimensão espacial resulta promissora, primeiro, porque permite contextualizar os estudos de transição em diferentes níveis espaciais e institucionais, segundo, porque permitem ter em conta as diferenças entre as regiões no que diz respeito a fase de desenvolvimento do TIS, e para compreender como isso afeta o processo de transição da tecnologia.

Analisando a difusão espacial, entendemos que, muitas vezes as redes internacionais acabam funcionando como a materialização de diferentes proximidades geográficas e não

geográficas que podem ser institucionalizadas em diferentes graus, que vão desde a integração total em um contexto organizacional.

Entre as instituições regulatórias frequentemente estudadas na pesquisa de sistema de inovação, estão os regimes e tratados de política internacional, bem como, mecanismos de transferência de tecnologia, como por exemplo, o desenvolvimento limpo mecanismo do Protocolo de Kyoto, que estabelecem as condições de limite para processos de inovação (Gosens et al., 2015). Estas instituições formais são, dentro do direito de propriedade intelectual (DPIs), uma forma específica de instituição válida que são cruciais para a difusão de muitas inovações tecnológicas.

No geral, em uma perspectiva internacionalizada, os sistemas de inovação são constituídos por redes de atores multi-escalares e contextos institucionais que em conjunto podem apoiar, ou não, a formação e difusão de uma inovação. Em alguns casos, eles podem ser redutíveis a territórios de contextos específicos, em outros, eles dependem das estratégias dos atores, redes e dinâmicas institucionais que co-evoluem entre as diferentes partes do mundo.

3.4. Interação entre o Sistema de Inovação Tecnológico Focal e outro TIS

As tecnologias se complementam, competem e interagem. Isso é particularmente importante para a transição sociotécnica, com várias tecnologias emergindo e diminuindo ao mesmo tempo. Como consequência, podemos pensar no contexto como um grande conjunto de outros TISs que interagem de maneiras diferentes com o TIS focal. Embora, algumas dessas interações sejam competitivas, outras são de suporte, ou seja, o que acontece em um TIS tem uma influência positiva em outros TISs (Sandén e Hillman et al., 2011).

A partir daí, podemos analisar o contexto como um conjunto de vários sistemas que se interrelacionam de diferentes formas com o TIS focal. Algumas vezes, essas interações são competitivas, ou seja, atores em dois TIS diferentes competem por participações de mercado ou ativos estratégicos, como no caso de matérias-primas, capital, e outras interações são de suporte, como acontece em casos, onde um sistema de inovação tem uma influência positiva em outros TISs.

Os sistemas de inovação tecnológica do contexto podem ser conceituados da mesma forma que o TIS focal. Eles consistem em tecnologias, atores, redes e instituições pertencentes a um domínio tecnológico específico. Este domínio tecnológico específico, é um processo interativo guiado por interesses de pesquisa, mas também por interdependências reais que só podem ser identificadas empiricamente. Conforme o investigador se concentra em uma área específica da cadeia de valor da tecnologia, em uma região específica, ou em um escopo

tecnológico específico, isso define o TIS focal e atribui automaticamente todas as partes restantes para o contexto. Grande parte da interação TIS-TIS ocorre ao longo da cadeia de valor da tecnologia verticalmente relacionadas. Um sistema de inovação focal normalmente necessita de materiais, componentes, subsistemas e serviços que são fornecidos por outros TISs, o que significa que o desenvolvimento do TIS focal pode ser afetado, positiva ou negativamente, pelo desenvolvimento do TISs a montante (Bergek et al., 2008).

Estas interações são geralmente complementares, ou seja, o progresso de um sistema contextual afeta o TIS focal de uma forma positiva, em termos de, por exemplo, maior capacidade de produção, melhor qualidade ou preços mais baixos. No entanto, o TIS a montante ou, a jusante também pode tornar-se num “obstáculo” para o desenvolvimento de conhecimento no TIS focal. Muitos TISs focais entregam produtos que são utilizados por um ou mais TISs à jusante, ao invés de usuários finais, e as demandas e requisitos desses sistemas podem, influenciar a direção da investigação do TIS focal ao mesmo tempo que o TIS focal pode influenciar a taxa e a direção de desenvolvimento do TISs à jusante.

Estes acoplamentos estruturais, podem ter como resultado a difusão de conhecimento entre os atores, mobilização de recursos entre o TISs e, desdobramentos relativos a elementos institucionais, tais como expectativas e preferências do cliente, que podem influenciar a formação de mercado e a legitimação do TIS focal. Isso sucede, onde as partes críticas da cadeia de valor são controladas por certos tipos de empresas e, pode ter implicações profundas para o desenvolvimento de novas tecnologias. Em alguns casos, os acoplamentos estruturais surgem em diferentes partes da cadeia de valor, por exemplo, na forma de empresas que colaboram estreitamente (por exemplo, através de joint ventures ou "pares de desenvolvimento" (Fridlund et al., 1993), ou mesmo integram verticalmente para frente ou para trás (por exemplo, por meio de aquisições), a fim de alcançar altos graus de coordenação ou para controlar entradas ou mercados.

A interação entre um TIS focal e outro sistema, pode ocorrer também horizontalmente. Ela, se refere principalmente aos sistemas que se baseiam nos mesmos inputs e ativos complementares ou fornecem resultados semelhantes como o TIS focal. Tais relações normalmente resultam em interações competitivas do tipo de link externo, mas também, podem nascer de acoplamentos estruturais que, geralmente, levam tempo para suceder. Os TISs que se relacionam horizontalmente também podem ser estruturalmente acoplados por meio de instituições.

As interações entre o TIS e o contexto, tendem a mudar no decorrer do tempo, tanto por uma questão de desenvolvimento autónomo na estrutura de contexto, como também, como consequência do crescimento e amadurecimento do TIS focal. Na realidade, nas etapas iniciais de

desenvolvimento do TIS, ele depende muito dos desenvolvimentos em seus TISs contextuais. Esses sistemas de inovação de contexto são, por outro lado, apenas marginalmente afetados pelo TIS emergente, especialmente se forem bem estabelecidos e bastante maduros. No entanto, nas etapas subsequentes, essa dependência torna-se mais equitativa, o que significa que, os atores e institucionais estruturas em TISs contextuais serão afetadas pelo crescimento (ou declínio) da tecnologia focal (Jacobssoon e Lauber et al., 2006).

3.5. Desenvolvimento do TIS em estruturas de contexto geográfico

A maioria de estudos empíricas do conceito TIS tem se concentrado em escala local, ou, quanto antes, executou investigações comparativas de duas ou mais escala nacionalmente delimitadas.

Assim, as interações entre um TIS focal e contextos geográficos tornam-se um pouco mais complexas, se nos concentrarmos em dois problemas que estão associados à geografia como contexto. Primeiro, os acoplamentos estruturais que conduzem a incorporação de estruturas do TIS em um território específico e, segundo, acoplamentos estruturais que se relacionam com atores, redes e instituições que se interrelacionam em diferentes lugares (Coenen e Truffer et al., 2012). Portanto, atores, redes e instituições de um TIS estarão tipicamente encaixados em estruturas que já existem em um determinado território.

Na verdade, os territórios geográficos, como Estados, nações, regiões e, cidades, podem ser vistos como o resultado histórico de um processo de alinhamento organizacional e institucional, (envolvendo setores industriais, culturais, normas, regulamentos formais, sistemas educacionais, mercados de trabalho, sistemas políticos, etc), e condições de contexto natural. Esses territórios costumam hospedar comunidades culturais distintas com arranjos institucionais específicos que orientam a colaboração, cooperação, competição e/ou inovação. Subsequentemente, os elementos do sistema de inovação podem ficar estruturalmente conetados a esses elementos alinhados territorialmente.

Portanto, o acoplamento estrutural entre um TIS focal e diferentes sistemas de inovação territorial podem dar origem a dinâmicas interessantes e provocar questões sobre a cooperação entre tecnologia e políticas regionais, ou a contribuição de iniciativas locais e regionais, capazes de promover o desenvolvimento da sustentabilidade. Um caminho particularmente promissor de pesquisa se abre no que diz respeito à aplicação analítica do TIS, para regiões do mundo que até agora não foram cobertas, nomeadamente, economias emergentes e países em via de desenvolvimento.

As variedades nas estruturas institucionais e organizacionais são ainda maiores nessas geografias, enquanto a confiabilidade das regulamentações e instituições são pequenas. Isso abre novos graus de liberdade sobre como a mudança tecnológica pode acontecer nesses contextos, onde a relevância para o desenvolvimento de tecnologia sustentável é difícil de questionar. Mas, mesmo assim, transportar estudos do TIS para tais geografias pode inspirar a formulação de grandes inovações conceituais na investigação do sistema (Blum., 2015; Gosens., 2015; Jacobsson e Bergek., 2006; Murphy., 2013; Tigabu 2015).

Outro elemento importante que surge ao acoplar o TIS com estruturas de contexto espacial está relacionado a questões de “escalaridade”.

É importante salientar, que o conceito de TIS foi originalmente formulado como uma crítica à inovação territorial do sistema, ao reivindicar abertamente que os sistemas para os processos de transformação geralmente atravessam quaisquer fronteiras territoriais pré-estabelecidas (Carlsson e Stankiewicz et al., 1991).

3.6. Interação entre o TIS focal e o contexto político

É incontestável que as interações entre o TIS focal e o contexto político, estão no centro da transformação em grande escala dos processos de inovação, uma vez que, essa inter-relação impacta diretamente na natureza do alinhamento institucional, o que inclui alterações em normas, crenças e regulamentos (Fuenfschilling e Truffer et al., 2014).

É de fundamental importância para o desenvolvimento do TIS, o contexto político em que o mesmo é inserido. O apoio político para que um TIS se materializa, concretiza-se, por exemplo, na disponibilidade de políticas públicas, recursos financeiros para pesquisas, desenvolvimento e a formação de mercados, mas também, no aumento da legitimidade social para o campo tecnológico que impacta positivamente na entrada de novos atores que trarão recursos para o TIS focal, como investidores, empresários e governos locais. A relação entre o contexto político e o TIS focal, pode ser vista como um exemplo de uma interação de contexto TIS, em que os acoplamentos estruturais são criados em forma de instituições alinhadas que possibilitam a disponibilização de recursos específicos essenciais para o futuro amadurecimento do sistema (Farla., 2012; Jacobsson e Bergek et al., 2004).

Portanto, o comprometimento não apenas de atores políticos, mas também de atores do TIS emergente e movimentos sociais, são necessários para impulsionar o processo. Um alinhamento institucional, pode até exigir que as ideologias políticas sejam influenciadas, na medida em que moldam a compreensão de soluções aceitáveis, incluindo um adequado papel do governo.

Quando as empresas e redes políticas se envolvem neste tipo de atividades, elas são influenciadas pela lógica que domina o TIS focal, mas também pelas características do sistema político específico em que estão inseridas. Como tal, esses atores e redes tornam-se a personificação dos acoplamentos estruturais entre o TIS focal e o sistema político. No entanto, o processo político geralmente, também possui características que são específicas de um setor, mesmo que as características “locais” influenciem a política de uma maneira geral, ou seja, a política é uma dimensão que atravessa a geografia, setores e tecnologias (Jacobsoon e Lauber et al., 2006).

Por causa das diferenças nos contextos políticos, as estratégias políticas dos atores do TIS são diferentes. As diferenças nacionais nos processos políticos são especialmente visíveis quando um TIS global é estudado, pois é influenciado por processos políticos em várias localizações geográficas. Diferenças nas formas de democracia, profundamente enraizadas, crenças políticas, estruturas de poder e processos da política influenciam as estratégias políticas dos atores do TIS, bem como dos seus titulares.

Quando o sistema político é explicitamente considerado como um sistema contextual, deve-se dar atenção à caracterização do sistema político, incluindo sua dinâmica e como ela restringe ou não, o desenvolvimento do TIS focal. Essas diferenças no contexto político têm implicações importantes para os atores do TIS que se envolvem na política. Assim, devido às diferenças nos contextos políticos, as estratégias políticas dos atores do TIS serão diferentes.

As diferenças nacionais nos processos políticos são especialmente visíveis quando um TIS global é estudado, pois é influenciado por processos políticos em várias localizações geográficas. Diferenças nas formas de democracia (Lijphart et al., 2012), profundamente enraizado em crenças políticas, estruturas de poder e processos da política (Hess., 2014), influenciam as estratégias políticas dos atores do TIS, bem como seus titulares.

Capítulo.4. Energia Renovável em Contextos Desfavorecidos

4.1. Casos de estudo

Hoje em dia, com o aumento da atividade económica, a procura por eletricidade nos países em desenvolvimento está crescendo rapidamente, e procuram por uma eletricidade com mais qualidade. Embora, nestes países, o apoio dos governos para a energia renovável seja complexo pela necessidade de expandir o acesso à energia de forma mais geral, como pedra angular da erradicação da pobreza e melhoria dos padrões de vida, vários destes países têm adotado “políticas” de apoio a favor de processos e sistemas de inovação, principalmente, no ramo energético.

A nossa análise de estudo será feita com os seguintes países: Moçambique, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe. Escolhemos estes países tendo em conta o seu passado histórico colonial, todos eles foram colónias de Portugal, e todos eles se tornaram Estados independentes em 1975. Assim, apesar de geograficamente encontrarem-se distante, partilham muitos fatos históricos e políticos que influenciaram, profundamente, no seu desenvolvimento.

4.2. Moçambique

4.2.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais

Localizado no Sudeste do Continente Africano, Moçambique tem uma extensão de 799.380 km², faz fronteira com a Tanzânia ao norte; Maláui e Zâmbia a noroeste; Zimbábue a oeste, Reino de Essuatíni e África do Sul a sudoeste, e é banhado pelo oceano Índico. A capital e maior cidade do país é Maputo, anteriormente chamada de Lourenço Marques, durante o domínio português.

Administrativamente o Estado moçambicano está dividido em 11 províncias, que são a célula base das funções de planeamento e orçamentação, subdivididas em distritos (154), postos administrativos (419) e estes subdivididos em localidades (1052). A Constituição de Moçambique prevê que os distritos e os postos administrativos sejam os órgãos responsáveis na promoção dos interesses da população local e seus representantes.

O clima de Moçambique é húmido e tropical, influenciado pelo regime de monções do Índico, com estações secas de maio a setembro, enquanto a estação das chuvas ocorre entre outubro e abril. A pluviosidade anual é alta, especialmente no norte do país.

Moçambique, além de um importante património natural, possui uma vasta e diversificada gama de recursos minerais, destacando-se o carvão, o petróleo, o gás natural (que situam Moçambique no grupo de principais produtores africanos); recursos hídricos (que posicionam o país numa situação privilegiada na África Austral, designadamente do ponto de vista do potencial hidroelétrico), abundantes recursos do mar, solo com um potencial muito

variado, elevado e potencial energético. Mas, grande parte das riquezas do subsolo moçambicano está ainda por explorar.

A vasta riqueza em recursos naturais de Moçambique deveria ser gerida de acordo com o interesse da sua população e não apenas de alguns, e passar por uma participação ativa nas negociações sobre o comércio e mercado mundial, retirando partido de um contexto de globalização também no sentido de uma redução das desigualdades internas existentes. Só assim será possível, de modo mais rápido e eficaz, alterar os atuais indicadores de pobreza generalizada que caracterizam o país, não inviabilizando as futuras gerações de promoverem o seu próprio desenvolvimento.

4.3. Enquadramento institucional e legal do setor energético

O setor de energia em Moçambique tem uma estrutura institucional bastante complexa. Pelo menos três agências governamentais estão envolvidas na formulação e implementação de políticas de energia renovável a nível do país, com os governos locais e outras agências governamentais que também exercem influência sobre a política energética e sua implementação.

4.3.1. Formuladores de políticas e implementadores

- O Conselho de Ministros: é responsável pela definição da política e estratégia do setor de energia, assim como, é o que outorga concessões que autorizam a entrada de agentes privados no mercado;
- Ministério dos Recursos Naturais e Energia (MIREME): é responsável pela gestão e supervisão do setor de energia no país. O MIREME, é a entidade responsável pelo planeamento da estratégia e política nacional de energia, bem como a entidade supervisora da operação e desenvolvimento do sector energético. Este Ministério é o resultado da fusão do Ministério dos Recursos Minerais e do Ministério da Energia (Decreto Presidencial nº11/2015, de 16 de Março); No entanto, inseridas na estrutura governamental existem outras instituições cujas funções e objetivos têm um impacto direto ou indireto neste sector e na implementação de medidas relevantes para o desenvolvimento do mesmo;

Destas instituições destacam-se as seguintes:

- Eletricidade de Moçambique (EDM);
- Petróleos de Moçambique (PETROMOC);
- Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (MITADER);
- Conselho Nacional de Eletricidade (CNELEC): era o regulador de eletricidade e compartilha alguns regulamentos e funções com o MIREME; Em Maio de 2017 foi aprovada pela Assembleia da República, uma lei que extinguiu o CNELEC e criou a Autoridade Reguladora de Energia

(ARENE). Em Agosto de 2017 o Presidente da República promulgou e mandou publicar a Lei que cria a ARENE, que foi entretanto publicada em Boletim da República como Lei n.º 11/2017 de 8 de Setembro (Relatório Nacional do Ponto de Situação/Octubre 2017).

- Fundo de Energia (FUNAE): é a agência estatal responsável por promover o acesso à energia fora da rede e também pela distribuição de combustível para as localidades remotas (Cuamba, Cipriano e Turatsinze et al., 2013).

- Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB);
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Sustentável (CONDES);

4.3.2. Estrutura da política de energia renovável

A partir de 1997, Moçambique começou uma reforma no seu setor energético. A legislação chave que permitiu tal reforma, é a Lei da Eletricidade (Lei n.º21/97, de 1 de Outubro de 1997). Essa lei foi introduzida para regulamentar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Ela estabeleceu o princípio de concessões individuais para atividades específicas; criou o órgão consultivo CNELEC, que atua como regulador, assim como o Fundo de Energia (FUNAE), para promover os serviços energéticos rurais. Essa Lei de Eletricidade abriu caminho para o segmento de produção, distribuição de eletricidade no mercado para operadores privados, por meio de contratos de concessões emitidos pelo Ministério de Energia.

Em 1998 foi adotada a Política Nacional de Energia (Decreto n.º5/98, de 3 de Março de 1998), onde se estabeleceu as políticas de orientação da direção do setor energético em Moçambique. Essa Estratégia Nacional no setor de energia foi estabelecida pelo Decreto n.º24/2000 (3 de Outubro de 2000), para implementação da tal política. Esse Decreto foi revisado em 2009, porque foram inseridas mudanças nas prioridades e ações da Política Nacional de Energia.

No âmbito de Desenvolvimento de Energia Renovável, essa política foi estabelecida através da Resolução n.º6/2009, que veio promover maior acesso a serviços de energia limpa, por meio do uso de soluções equitativas, eficientes, sustentáveis, e o acesso a fontes sensíveis de energias novas e renováveis. Em 2011, a Estratégia para Desenvolvimento Energético de Energias Novas e Renováveis (EDENER), 2011-2015 foi adotada para desenvolver energias renováveis, diversificar o misto de energia, atender á demanda de energia e proteger o meio ambiente. Em 2009, essa Estratégia foi substituída pela Política de Desenvolvimento das Energias Novas e Renováveis (PDENR);

A luz da criação da Lei de Eletricidade, uma série de apoio definiu, posteriormente, as funções de CNELEC (Decreto 25/2000, de 3 de Outubro de 2000); e foi também estabelecida a

metodologia de fixação das tarifas de energia (Decreto nº42/2005, de 29 de Novembro de 2005). O Conselho Nacional de Eletricidade, foi criado como um órgão com uma função essencialmente consultiva e algumas funções regulatórias, através da Lei n.º 21/97, de 1 de Outubro, também conhecida por Lei da Eletricidade, parcialmente derogada pela Lei n.º 15/2011 de 10 de Agosto.

O sector energético em Moçambique tem vindo a adotar um conjunto de estratégias e políticas com o objetivo de promover e facilitar o acesso da população às energias renováveis, expandir a cobertura da Rede Elétrica Nacional (REN), melhorar a eficiência tecnológica, aumentar a disponibilidade de energia elétrica a preços competitivos, promover a participação do setor privado, e implementar práticas ambientalmente sustentáveis (Relatório Nacional do Ponto de Situação/ Outubro 2017).

4.3.3. Contexto socioeconómico

Moçambique tem um total de 28.829.476.0 habitantes, dos quais cerca de 67% vivem em zonas rurais e apenas 33% em zonas urbanas, de acordo com o Censo de 2017. Em Agosto de 2017 decorreu o IV Recenseamento Geral da População e Habitação de Moçambique. A densidade demográfica em Moçambique é baixa e a população está concentrada nos centros urbanos, ao longo dos corredores de transporte, e no litoral. A atividade económica também se concentra nas cidades e vias de transporte, além das áreas agrícolas e dos portos, que desempenham, igualmente, um papel importante como portas de saída para os seus países vizinhos sem fronteiras marítimas, o Zimbábue, a Zâmbia e o Malawi. Maputo é a capital de Moçambique e tem cerca de 2 milhões de habitantes (Censo de 2017)

Assim, o grau de importância das cidades está diretamente relacionado com o número de habitantes, das quais se destacam as seguintes: Nampula (597 mil habitantes); Beira (442 mil habitantes); Chimoio (280 mil habitantes); Nacala (235 mil habitantes); Quelimane (216 mil habitantes) e Tete (188 mil habitantes) (AICEP, 2016).

A língua oficial do país é o português, embora menos de 50% da população considere o português como a primeira língua (Sheldon, 2002; Norte e Rios-Neto, 2008). Outras línguas que são frequentemente utilizadas no país são: emakhuwa, xichangana, elomwe, cisená, e echuwabo sendo o emakhuwa a mais falada (Sheldon, 2002; Norte e Rios-Neto, 2008).

Em Moçambique são praticadas várias religiões, distribuídas da seguinte forma: 24% católicos, 22% protestantes, 20% muçulmanos e a restante população pratica a religião tradicional (AICEP, 2017).

A taxa de desemprego do país é de aproximadamente 22%, motivada pela estagnação da indústria transformadora, sendo que a grande maioria da força de trabalho está ligada à agricultura de subsistência e a atividades informais. Os grandes-projetos como gás, fundição de alumínio, e

indústrias extrativas, criaram uma procura de mão-de-obra qualificada, no entanto, a maior parte dos moçambicanos licenciados não possuem as competências exigidas para esse tipo de projetos (Almeida-Santos, 2015, 2017).

O país é considerado um dos mais pobres do mundo com uma incidência da pobreza de 46,1% em 2014-2015, de acordo com os dados divulgados pelo Ministério da Economia e Finanças em Outubro de 2016. Desde o último censo realizado em 2017, a pobreza global tinha caído 4,8%, mas o rápido crescimento da população de mais de um milhão de pessoas, aumentou a pobreza sobretudo nas áreas rurais, acentuando assim a desigualdade entre as áreas urbanas e rurais, bem como entre as regiões (Almeida-Santos, 2017).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é de 0,418, tendo-se posicionado, no ano de 2015, na 181ª posição entre 188 países (PNUD, 2016). Classificado como um país de baixo desenvolvimento humano, este IDH é resultado de uma esperança média de vida de 55,1 anos, um rendimento nacional bruto per capita de 1.123,40 USD (Almeida-Santos, 2017).

Nos anos de 2015 e 2016 verificou-se uma desvalorização acentuada da moeda nacional em relação ao dólar norte-americano devido, em parte, a fatores internos associados ao nível de inflação anual, à dívida pública externa e ao abrandamento do Investimento Direto Estrangeiro (IDE) (Belchior, 2015), ao mesmo tempo, o fortalecimento da economia norte-americana, causou pressão em diversas divisas a nível mundial, principalmente em países em desenvolvimento (Banco Central de Moçambique, 2015).

No ano de 2016, o país experimentou uma rápida queda de sua economia devido não só a uma redução registada no IDE para níveis anteriores a 2011 e a uma maior restrição orçamental, mas também pela crise da dívida privada com garantias do Estado, não declarada oficialmente, de 1,4 mil milhões de dólares (cerca de 10,4% do PIB), que abalou a confiança das empresas, reduzindo a liquidez e desencadeando uma crise política e financeira. Moçambique tornou-se o país africano mais endividado, classificado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) como sobre endividado e pelas agências de rating como incumprimento seletivo. Os parceiros externos congelaram o apoio orçamental (aproximadamente 2% do PIB) e o FMI cancelou o seu programa de Facilidade de Crédito Alargado (Almeida-Santos, 2017).

A restrição fiscal também contribuiu para a desaceleração no crescimento económico, com cortes em investimentos e despesas correntes. O défice da conta corrente diminuiu dos 40% do PIB que representava em 2015 para 38% do PIB em 2016. A deterioração da conta externa também contribuiu para a depreciação do metical em 30% em relação ao dólar norte-americano em 2015, agravando a inflação que atingiu 11,1% (Banco Mundial, 2016a, 2017a).

Entre novembro de 2016 e julho de 2017, o metical subiu 28% relativamente ao dólar norte-americano e o banco central pôde novamente acumular reservas. Uma forte resposta a nível de política monetária foi fundamental para essa mudança, a qual também ajudou a inflação que, no entanto, se manteve elevada, nos 18%. Todavia, a taxa de juro de referência de Moçambique encontra-se agora entre as mais elevadas da África Subsariana e as taxas médias de crédito da banca comercial, na ordem dos 30%, são proibitivas para grande parte do sector privado (Banco Mundial, 2017a; FMI, 2017).

Nesta perspetiva, o Investimento Direto Estrangeiro (IDE) tem estado a desempenhar um papel cada vez mais importante na economia moçambicana, como principal motor de crescimento da economia nacional. Embora em 2016 as entradas de IDE no país tenham diminuído 20% em comparação com 2015, totalizaram 3.093 milhões de USD, posicionando o país no 55º lugar do ranking mundial enquanto recetor de IDE (United Nations Conference on Trade and Development, 2017).

Contudo, segundo dados do Banco Mundial o crescimento do PIB alcançou os 2,9% nos primeiros três meses de 2017 (período homólogo), após ter abrandado para 1,1% no último trimestre de 2016. No entanto, permaneceu muito abaixo das taxas de crescimento observadas em Moçambique nos últimos anos, devido à redução do investimento, ao enfraquecimento da procura e às políticas de austeridade. A participação do IDE no PIB reduziu cerca de 6% em relação aos níveis recordes de 2013 (28% do PIB) (Almeida-Santos, 2017; Banco Mundial, 2017a). O enfraquecimento da atividade económica, ainda que generalizado, foi mais notório nos sectores da indústria extrativa (incerteza em relação aos preços internacionais das mercadorias, particularmente da extração de gás natural), da eletricidade e água (restrições no fornecimento da água), da construção (redução das despesas de investimento do sector público em infraestruturas públicas e do IDE em edifícios e unidades fabris), da administração pública (redução significativa das despesas do Estado) e da agricultura (Banco de Moçambique, 2017).

O setor extrativo, maioritariamente concentrado na exploração de recursos minerais e energéticos, tem sido um fator decisivo para o recente crescimento. Em 2016, o sector extrativo de minerais cresceu 16%, impulsionado pelo aumento das exportações de carvão. A produção de carvão na Bacia de Moatize expandiu-se em 2016, beneficiando também da conclusão da ligação ferroviária Tete-Nacala. Este crescimento manteve-se no início de 2017, com uma expansão de 41% nos resultados, convertendo os produtos da indústria extrativa no principal fator de crescimento do PIB ao longo do primeiro trimestre, fruto das entradas de IDE e a recuperação no preço das matérias-primas (Banco Mundial, 2017a). No entanto, o crescimento económico de Moçambique continua em baixa, conforme evidência a figura 9.

Contudo, Moçambique mantém a sua dependência da ajuda externa de doadores. De acordo com os dados da OECD (2017), em 2015 Moçambique posicionou-se como 7º país beneficiário da Ajuda Pública ao Desenvolvimento (APD) entre os países africanos recetores desta ajuda, perfazendo um total de 1.815 milhões de dólares disponibilizado pelos diferentes doadores.

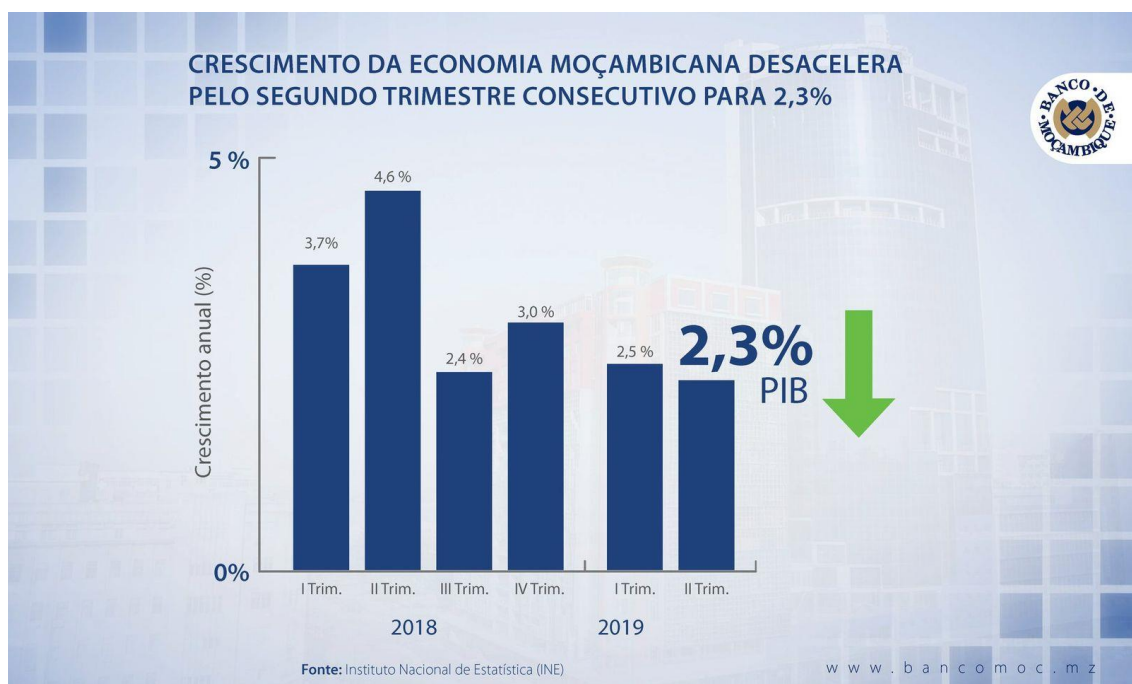


Figura. 9. Crescimento do PIB de Moçambique, entre 2018 e 2019. Fonte: Banco de Moçambique (2018), a partir do INE.

4.4. O potencial das energias renováveis em Moçambique

A aposta nas energias renováveis tem como objetivo, limitar a intensidade carbónica da economia e contribuir para a diversificação e sustentabilidade do setor energético. Assenta, em especial, no desenvolvimento da energia hídrica, solar, eólica, na biomassa, no incentivo aos biocombustíveis e na energia geotérmica, e outras.

Moçambique dispõe de uma vasta gama de recursos energéticos renováveis e não renováveis, que proporciona condições favoráveis não só para satisfazer as suas necessidades internas em termos de energia, como também para exportar para os países da região da África Austral e para outros mercados internacionais (IRENA, 2012; Pereira, 2012; Intellica, 2015). Porém, enfrenta um paradoxo de pobreza energética enraizada apesar dos seus abundantes recursos.

Neste contexto, duas estratégias para apoiar a transição do sistema de energia estão em andamento. Em primeiro lugar, uma estratégia de *expansão* da *rede* na qual a EDM está

ampliando a infraestrutura de transmissão e distribuição para atender à crescente procura, principalmente em áreas urbanas e periurbanas. O segundo é uma estratégia de *geração descentralizada*, operando fora da rede centralizada e moldada por um reconhecimento dos limites da extensão da rede, particularmente nas áreas rurais, e pelas prioridades dos doadores para a promoção de fontes limpas de energia. Essa segunda estratégia geralmente está associada à inovação de baixo carbono.



A ENERGIA SOLAR É A FONTE RENOVÁVEL MAIS ABUNDANTE EM MOÇAMBIQUE...

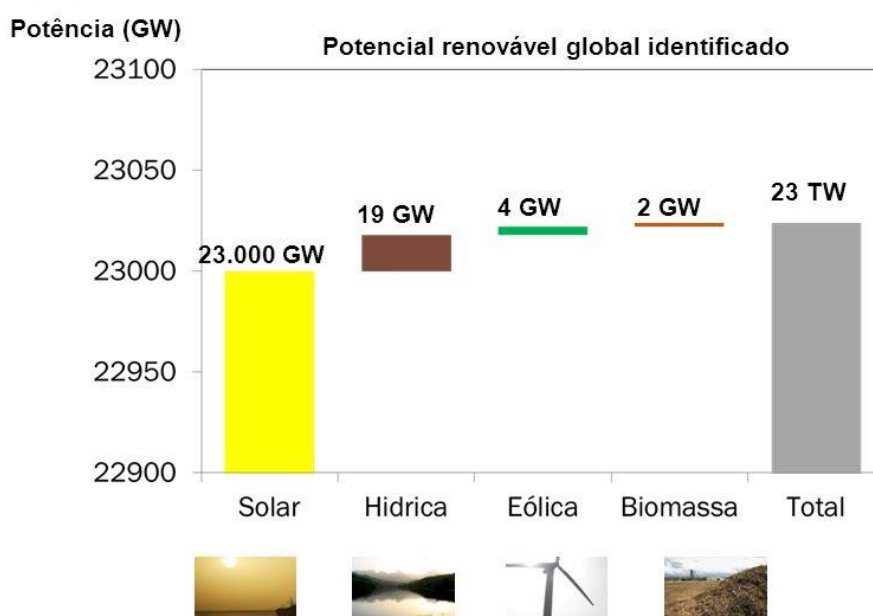


Figura. 10. Potencial renovável em Moçambique. Fonte:FUNAE (2013)

4.4.1. Solar

A energia solar está gradualmente começando a desempenhar um papel significativo na eletrificação do país. Um desafio para tal eletrificação, tem sido a incompatibilidade entre onde a energia é produzida e onde ela é consumida. Outro problema com que se depara, tem a ver com a dimensão do país, que exige longas linhas de transmissão que aumentam o risco de apagões, problemas de regulação de tensão e vulnerabilidade das infraestruturas. Contudo, os sistemas de energia descentralizados, como o solar PV tem desempenhado um papel valioso na eletrificação do país.

Hoje, a energia solar é o principal recurso renovável de Moçambique. A irradiação geral no país varia entre 1.785 e 2.206 kWh/m²/ ano, o que se traduz num potencial estimado em 23.000

GW. Este recurso é bastante abundante e consistente em grande parte do país, como nas províncias de Tete, Niassa, Nampula, Cabo Delgado e Zambézia a serem as que apresentam maior irradiação, conforme pode ser visualizado na figura 10 (FUNAE-ATLAS, 2013).

Assim, o solar PV tornou-se uma tecnologia importante no desenvolvimento de novas formas de eletrificação rural fora da rede. Aqui, podemos considerar a disparidade da rede de eletricidade existente como constitutiva da maneira que o FV está inserido em contextos específicos: solar FV surge como uma tecnologia nas partes do país em que a eletricidade da rede não pode lá chegar. No centro de como a energia solar FV esta sendo mobilizada em Moçambique está a FUNAE, órgão estatal responsável pela difusão do acesso à energia em áreas rurais.

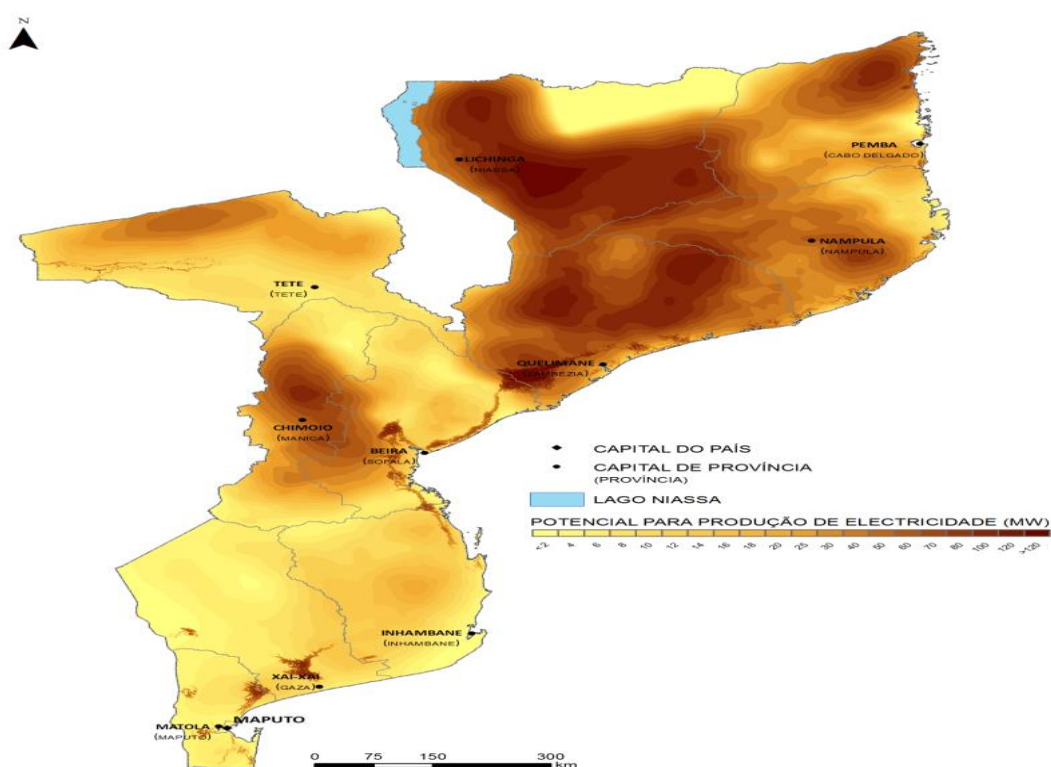


Figura. 11. Locais com potencial para implantação de energia solar. Fonte: FUNAE (2013)

Desta forma, a energia solar fora da rede em Moçambique compete não com um regime vigente institucionalizado por meio de interesses investidos nacionalmente ou redes de infraestrutura centralizadas, mas com configuração desagregada através das quais o combustível para as necessidades energéticas domésticas é fornecido por querosene e carvão, e onde os motores a diesel geram energia nas esferas domésticas, comerciais e públicas.

4.4.2. Projetos

O aproveitamento da energia solar no país surgiu como meio complementar para suprir a procura de energia dos serviços públicos (escolas, centros de saúde, edifícios do Estado) e da população nas áreas rurais sem acesso à rede elétrica nacional. A eficiência e eficácia dos sistemas solares, associados à redução dos custos da tecnologia, à rapidez de implementação dos projetos e à simplicidade de funcionamento dos sistemas, fizeram com que os projetos solares se tornassem na melhor opção de produção descentralizada e eletrificação rural (Arthur., 2011; de Castro., 2014). Estima-se que a atual capacidade instalada de energia solar em Moçambique seja de 3.657 kWp (FUNAE, 2017).

O mercado fotovoltaico é dominado por intervenções do FUNAE, tendo como principal consumidor a população rural. O facto do consumidor final deste tipo de sistemas, populações em zonas rurais, terem falta de capacidade financeira para suportar os custos de aquisição e manutenção dos sistemas solares faz com que o FUNAE tenda a fornecer os equipamentos a baixo custo, desincentivando o envolvimento do sector privado e colocando em risco a sustentabilidade dos projetos. Para elucidar, os projetos solares de pequena escala no país foram subdivididos em quatro grupos, em função da dimensão e tipo de utilização: os Sistemas Pico Solares (lanternas e baterias solares); os Sistemas Solares Caseiros; os Sistemas de Aquecimento de Água, e por último; os Sistemas Solares para Bombeamento de Água.

O que nos interessa aqui são os sistemas solares caseiros (SSC). Estes sistemas, são mais utilizados em instalações a nível comunitário no âmbito das iniciativas de eletrificação rural, no sector hoteleiro e nos projetos das pequenas e médias empresas que também operam no setor. Até Setembro de 2017, o FUNAE já tinha implementado 1.744 projetos de SSC fotovoltaicos que permitiram a eletrificação de 235 vilas, 799 escolas e 710 centros de saúde (FUNAE, 2017).

4.4.3. Projetos em grande escala

Existe no país dois projetos para centrais solares de grande escala, nas regiões centro e norte do país. Embora, atualmente, ambas as centrais ainda estão na fase de análise de viabilidade e têm como proponentes consórcios de Parceria Pública Privada entre o setor privado estrangeiro e a EDM. Este tipo de consórcios constitui uma mais-valia para o setor, pois a existência de PPP em mercados emergentes, como é o caso de Moçambique, permitem dinamizar e estimular a participação do setor privado.

Estima-se que, a Central Solar de Metoro terá capacidade de 41 MWh, uma produção anual de eletricidade estimada de 68 GWh e poderá abastecer cerca de 125.000 pessoas. Os proponentes do projeto são a empresa NEOEN e a EDM. As previsões indicam que este projeto entrará em operação em 2018 (NEOEN, 2017).

Já a Central Solar de Mocuba terá uma capacidade instalada de 40 MW e será construída numa área de aproximadamente 120 ha, próxima da sub-estação existente de Mocuba, a 13 km do centro da cidade de Mocuba e a 175 km do porto comercial de Quelimane, na Zona Económica Especial de Mocuba. Os proponentes do projeto são a Scatec Solar, a EDM e a Norfund. Este projeto conta com um CAE de 25 anos, sendo a EDM o único cliente. Além dos capitais próprios dos proponentes, o projeto será financiado pela International Finance Corporation (IFC), membro do Grupo Banco Mundial, juntamente com o Fundo de infra-estrutura da África Emergente (EAIF), que pertence ao Private Infrastructure Development Group (PIDG). De acordo com as informações da SCATEC, o projeto tinha garantido o seu financiamento e deverá estar financeiramente concluído em 2017, devendo iniciar atividade no 4º trimestre de 2018 (SCATEC, 2017).

4.4.4. Indústria

Ainda que lentamente, o mercado solar moçambicano tem-se expandido, particularmente na última década, passando de cerca de meia dezena de empresas nos finais da década de 90 para duas dezenas em 2015 (INTELLICA, 2015).

Para além das empresas referidas ao longo da seção anterior, foram também identificados mais de 20 pequenos revendedores de materiais diversos para sistemas solares, localizados por todo o país, maioritariamente nas Províncias de Manica, Nampula, Sofala, Maputo e Inhambane, e outros fornecedores do FUNAE.

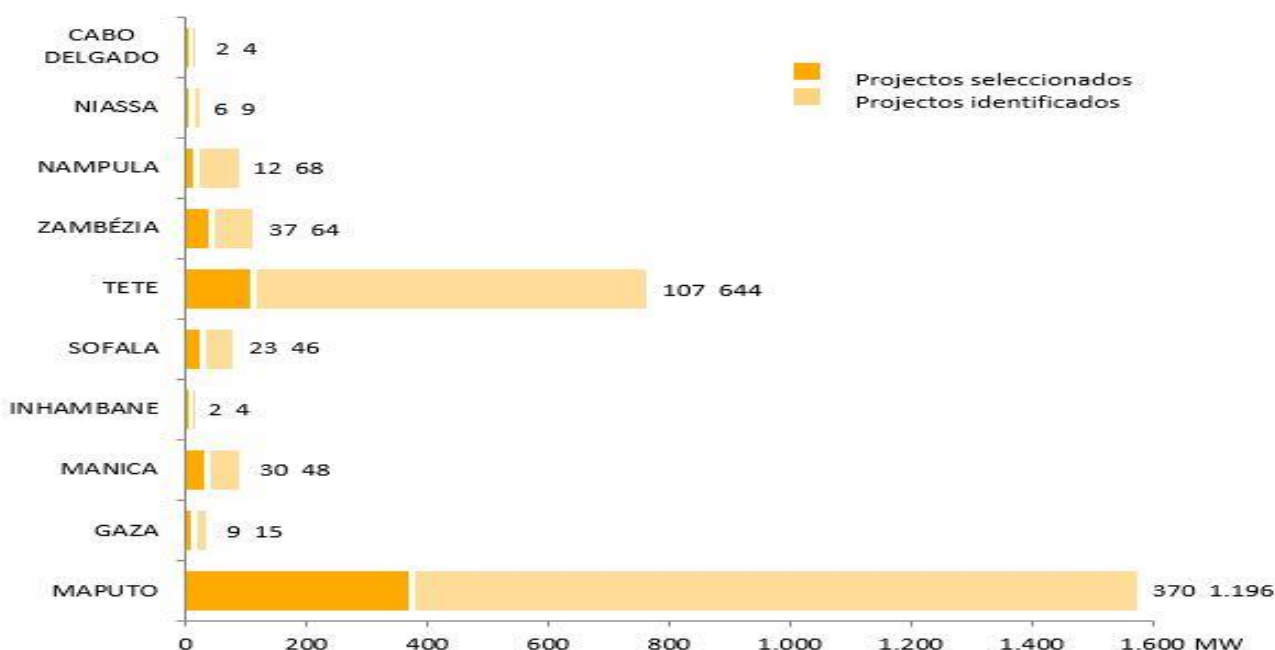


Figura.12. Projetos identificados e seleccionados de energia solar no país. Fonte: FUNAE (2013)

4.4.5. Eólica

Moçambique apresenta um regime de ventos de intensidade média-baixa com velocidades predominantemente entre os 4 e os 6 m/s a 80 metros de altitude, com exceção da zona sul, e das zonas altas no centro e norte do país onde os ventos atingem valores mais elevados. O maior potencial eólico verifica-se nas Províncias de Maputo, Tete, litoral de Sofala, Inhambane e Gaza (FUNAE-ATLAS, 2013).



Figura 13. Mapa do potencial eólico em Moçambique. Fonte: FUNAE-ATLAS (2013)

Estudos demonstram que Moçambique apresenta um potencial eólico a nível nacional de 4,5 GW dos quais 1,1 GW têm potencial efetivo de ligação à rede. Destes, cerca de 230 MW são considerados projetos com elevado potencial, caracterizando-se por apresentar mais de 3.000 NEPs (horas equivalentes à potência nominal). Os restantes 3,4 GW de potenciais projetos eólicos identificados apresentam como principal constrangimento ao seu desenvolvimento a débil rede elétrica de Moçambique, conforme podemos observar na figura 13.

Existem no país locais com bastante potencial, como é o caso da zona da Namaacha que apresenta condições para instalação de projetos até 200 MW aproveitando velocidades até aos 7,9 m/s, o que permite viabilizar preços competitivos (87 USD/MWh), (FUNAE- ATLAS, 2013).

4.4.6. Pequenos projetos

Mesmo com um potencial de geração de 4,5 GW comprovado, o mercado da energia eólica encontra-se numa fase inicial de desenvolvimento sem qualquer contributo para a matriz energética do país, ainda.

Em termos de pequenos projetos, a energia eólica é utilizada no centro e norte do país em sistemas de moagem tradicionais usados principalmente pela população em zonas rurais (REN21, 2015). Existem referências a estudos piloto que estão em curso, com uma única turbina de 300 kW instalada (SEforALL Africa Hub, 2017).

O FUNAE também tem instalado sistemas de energia eólica em sistemas de bombeamento de água nas Províncias de Gaza e de Inhambane. Contudo, os sistemas de bombeamento de água eólicos que foram utilizados durante décadas em Moçambique já não estão operacionais, além de que os sistemas fotovoltaicos têm custos menores em termos de investimento e custo unitário de água (UNIVERSITEIT GENT, 2013)

Também foi divulgado na imprensa que a multinacional italiana Ecolibri iria implementar durante o ano de 2018 um projeto-piloto de eletrificação no Distrito de Mossoril, Província de Nampula, para alimentar um estabelecimento turístico, uma escola e um pequeno centro hospitalar. O projeto consistiu na instalação de uma turbina eólica, e conta com o MIREME e o FUNAE como parceiros.

4.4.7. Projetos em grande escala

O baixo aproveitamento do recurso eólico na sua total potencialidade deve-se a alguns fatores essenciais: falta de experiência e conhecimento no país para operar com a energia eólica; existência de poucos locais no país onde o vento é suficientemente constante para justificar a implantação de projetos; custo de aquisição do equipamento; e logística de transporte e armazenamento do equipamento, tendo em conta o dimensionamento geográfico do país, torna necessário percorrer longas distâncias em vias de acesso e infra-estruturas degradadas (FUNAE-ATLAS, 2013; Vaz., 2011).

Mas, apesar destes desafios existe atualmente um projeto para instalação de um parque eólico com capacidade de 30 MW na Praia da Rocha (Província de Inhambane) numa área de 42 ha. O projeto inclui um CAE de 20 anos (com possibilidade de prorrogação do prazo), com tarifa média de 119 USD/MWh (Tecneira., 2015). A Sub-estação de transformação a instalar no parque será de 33/110 kV, posteriormente ligada à rede elétrica nacional pela sub-estação de Lindela, através de uma linha de transmissão de 110 kV. A sub-estação de Lindela precisa ainda de ser remodelada para receber a eletricidade proveniente do parque (Tecneira., 2015).

O projeto foi adjudicado na sequência do único concurso internacional lançado para projetos de energias renováveis, cujo anúncio de adjudicação foi publicado no Boletim da República de 2 de Maio de 2014. O proponente é o consórcio formado pelas empresas Tecneira (líder do consórcio com 35%), Visabeira (32,5%) e DST Wind (32,5%). No entanto, está em curso um processo de passagem do projeto para um novo acionista. Durante os anos de 2016/2017 não

houve nenhum desenvolvimento do projeto, estando ainda a aguardar por resposta das autoridades competentes para dar seguimento ao processo de licenciamento. Contudo, Moçambique tem um recurso eólico acima da média, como ilustra a figura 14.

Mais uma vez é importante ressaltar que a revisão do REFIT poderá levar à implementação de projetos até 10 MW aproveitando as tarifas subsidiadas. No entanto, é menos provável o desenvolvimento de projetos eólicos do que o de outras tecnologias, tem em conta que as suas complexidades logísticas estão mais dependentes de economias de escala.

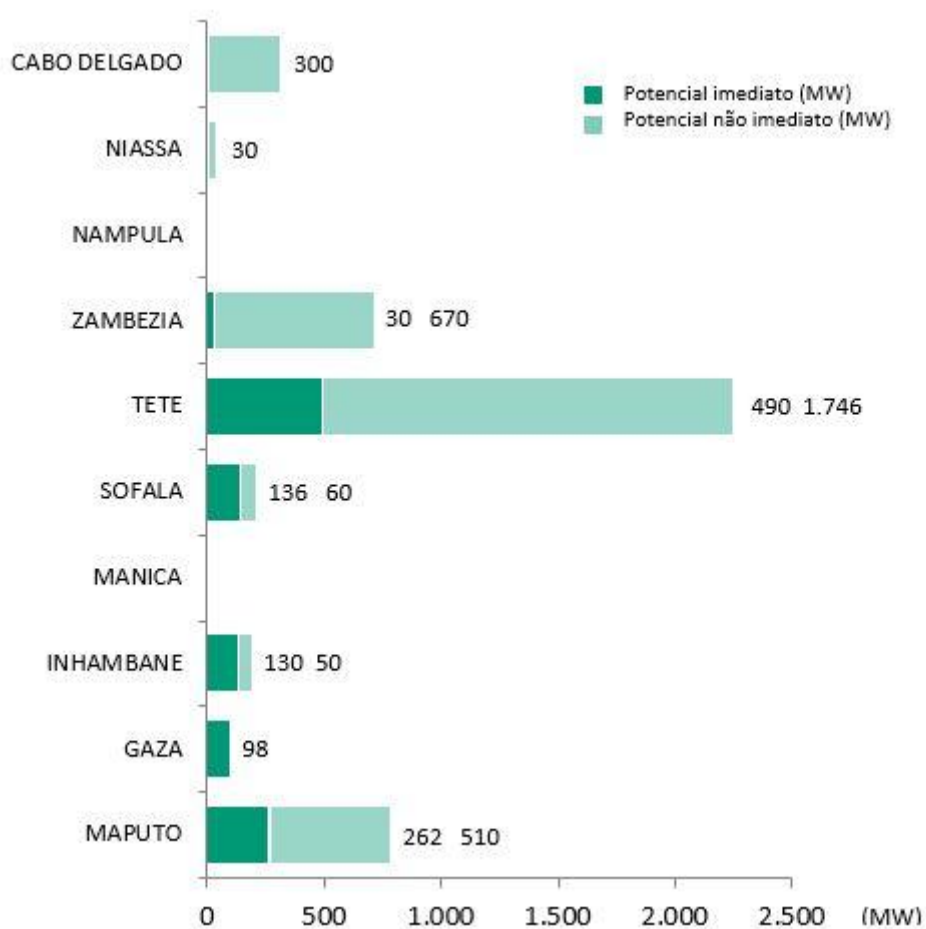


Figura. 14. Potencial imediato e não imediato da energia eólica. Fonte: Funae (2013)

4.4.8. O contributo das energias renováveis em Moçambique

A implementação das energias renováveis na matriz energética moçambicana trará muitos benefícios ao desenvolvimento do país, apesar das tecnologias para implementação das

fontes alternativas serem caras. Criar um modelo energético sustentável do ponto de vista do binómio energia/ambiente tem custos, mas não há alternativa. Os investimentos em renováveis não devem ser entendidos como um custo, mas como uma oportunidade para assumirmos o compromisso de solidariedade com as futuras gerações, no sentido de assegurar a transmissão do património capaz de satisfazer as suas necessidades.

Os lucros que advêm dos hidrocarbonetos rendem milhões de dólares ao Estado moçambicano, mas não são utilizados de forma transparente no desenvolvimento do país e luta contra a pobreza. O desenvolvimento do sector das energias renováveis permitirá aumentar a população moçambicana com acesso à eletricidade, particularmente nas povoações rurais, onde se encontra grande parte da população pobre, contribuindo para a melhoria das condições de vida e conseqüentemente para a redução das migrações interna. Dessa forma, as zonas rurais deixarão de estar despovoadas, permitindo a criação de condições para o desenvolvimento do sector agrícola, abrindo caminho para a redução do peso dos hidrocarbonetos na economia.

A melhoria do acesso a uma energia limpa e moderna em Moçambique como país em vias de desenvolvimento é um passo fundamental para a redução da pobreza e a chave para que sejam atingidas as metas do desenvolvimento sustentável das Nações Unidas. Os serviços de energia podem desempenhar vários papéis direta ou indiretamente para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que simbolizam uma oportunidade singular aos moçambicanos para, em tempo útil, reverterem a situação atual, edificando uma sociedade coesa e justa para todos.

O acesso à energia moderna facilita o desenvolvimento económico, melhora o fornecimento de água potável e aumenta a produtividade agrícola através do uso de máquinas e irrigação. A melhoria do acesso à eletricidade reduz a carga física associada a recolha de lenha e madeira, que por sua vez, libera um tempo valioso, especialmente para as mulheres e crianças, permitindo-lhes frequentar escolas e participar nas atividades da comunidade em que vivem.

Por isso, as energias renováveis são um imperativo. Dessa forma o crescimento económico de Moçambique será conciliável com o combate as alterações climáticas e, conseqüentemente tornará o país num exemplo a seguir, contrariando a ideia de que a maioria dos países produtores de hidrocarbonetos não oferecem qualidade de vida.

4.5. Cabo Verde

4.5.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais

Cabo Verde, é um país insular localizado na região central do oceano Atlântico, formado por dez ilhas vulcânicas. O arquipélago tem uma área de 4.033 km² e uma população residente de 553 432 indivíduos. Situa-se em pleno Oceano Atlântico, ao largo do Senegal e da Mauritânia, e está a uma distância de cerca de 455 km da costa ocidental da África. O país é constituído por dez ilhas : Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boavista, Maio, Santiago, Fogo e Brava, sendo uma desabitada, a de Santa Luzia; e oito ilhéus : Branco, Raso, Grande, Luís Carneiro, Cima e os ilhéus do Rombo ou Seco), dispendo de uma zona económica exclusiva de 730 000 km².

As ilhas dividem-se em dois grupos, consoante a sua posição geográfica relativamente aos ventos dominantes:

- Ao norte, as ilhas de Barlavento. Relacionando de oeste para leste: Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia (desabitada), São Nicolau, Sal e Boa Vista. Pertencem ainda ao grupo de Barlavento os ilhéus desabitados de Branco e Raso, situados entre Santa Luzia e São Nicolau, o ilhéu dos Pássaros, em frente à cidade de Mindelo, na ilha de São Vicente e os ilhéus Rabo de Junco, na costa da ilha do Sal e os ilhéus de Sal Rei e do Baluarte, na costa da ilha de Boa Vista;
- Ao sul, as ilhas de Sotavento. Citando de leste para oeste : Maio, Santiago, Fogo e Brava. O ilhéu de Santa Maria, em frente à cidade de Praia, na ilha de Santiago; os ilhéus Grande, Rombo, Baixo, de Cima, do Rei, Luís Carneiro e o ilhéu Sapato, situados à 8 km da ilha de Brava e o ilhéu da Areia, junto à costa da mesma ilha.

As maiores ilhas são a de Santiago, a sudeste, onde se situa Praia, a capital do país, e a ilha de Santo Antão, no extremo noroeste. Praia é também o principal aglomerado populacional do arquipélago, seguida por Mindelo, na ilha de São Vicente. Administrativamente, logo abaixo do governo, encontram-se os municípios, que administram os concelhos, e abaixo destes, as juntas de freguesia, que administram as freguesias. O território cabo-verdiano, encontra-se subdividido em concelhos, que se subdividem em freguesias. Assim, a divisão oficial contempla 22 concelhos e 32 freguesias, distribuídos pelas nove ilhas habitadas.

O arquipélago de Cabo Verde pertence ao grupo dos países do Sahel, endura um clima semi-árido, quente e seco, com escassa pluviometria. As ilhas são de origem vulcânica sendo a maioria montanhosa, despidas de vegetação e sem recursos naturais assinaláveis. A Corrente das Canárias modera a temperatura. A média anual raramente é superior a 25° C e não desce abaixo dos 20° C. A temperatura da água do mar varia entre 21° C em fevereiro e 25° C em setembro.

As estações do ano são fundamentalmente duas: "as-águas" e "as-secas" ou "tempo das brisas" (Agenda de Ação para a Energia Sustentável para Todos, 2015).

A estação da chuva, de agosto a outubro, é muito irregular e geralmente com escassa pluviosidade, em especial nas ilhas de São Vicente e Sal, onde tem havido vários anos seguidos sem chuva. As ilhas mais acidentadas, como Santo Antão, Santiago e Fogo, beneficiam de maior pluviosidade. A estação mais seca, de dezembro a julho, é caracterizada por ventos constantes. A chamada "bruma seca", trazida pelo vento harmatão das areias do Sahara.

Cabo Verde é um país ecologicamente frágil e de fracos recursos naturais. Não tem recursos minerais que possam contribuir para o desenvolvimento de actividades industriais e as condições agro-ecológicas condicionam a agricultura, impossibilitando a cobertura da procura alimentar da população.

A pesca é uma das poucas actividades económicas baseadas nos recursos naturais de que provém produtos de qualidade para exportação ainda que em pequena escala. É uma das actividades económica mais importante, quer desde o ponto de vista para a contribuição do Produto Interno Bruto, quer em termos de geração de empregos. No que concerne à pesca artesanal, os dados estatísticos oficiais apontam para uma captura média anual equivalente a 1200 toneladas e uma produtividade média por pescador de cerca de 1,9 t, nos últimos cinco anos. A pesca tanto artesanal como industrial tem um papel importantíssimo na economia das ilhas através do abastecimento para o consumo e como setor empregador.

Cabo Verde é um país vulnerável aos fenómenos naturais, particularmente as secas, as actividades antrópicas, que têm como consequência a alteração dos microclimas, a desertificação, as chuvas torrenciais. O facto do país ser de origem vulcânica, com um vulcão activo e dominado por ecossistemas de montanha, aumenta ainda mais a vulnerabilidade. Os períodos cíclicos de secas alternadas com cheias têm sido as principais causas de perdas económicas, degradação ambiental e problemas sócio-económicos (Ministério do Ambiente, Desenvolvimento Rural e dos Recursos Marítimos).

4.5.2. Contexto socioeconómico

Cabo Verde é um estado arquipélago com uma economia subdesenvolvida e que sofre com uma carência de alternativa de recursos naturais e com o crescimento populacional. O país é extremamente dependente do exterior, importa cerca de 80% do que consome. E é lá fora que muitos cabo-verdianos encontram condições de sustento. A diáspora cabo-verdiana é superior, em número, à população que fica e reside nas ilhas. Por isso, as remessas dos emigrantes e a ajuda externa ao desenvolvimento, têm sido, historicamente, as alavancas do crescimento económico de Cabo Verde.

O outro pilar da economia, é o turismo, que representa cerca de 20% do PIB, maioritariamente proveniente da Europa. O Investimento Direto Estrangeiro tem-se concentrado na imobiliária e no turismo e, em consequência, Cabo Verde foi um dos países africanos que mais se ressentiu com a crise internacional, com uma recessão da economia de -0,9% em 2009 (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos, 2015).

Apesar de Cabo Verde fazer parte do grupo de países com grande vulnerabilidade económica, característica comum aos SIDS (Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento), o valor do PIB per capita em 2013, no valor de 4 089 USD e o IDH de 0,665 (126ª posição) em 2019, ditaram a saída de Cabo Verde do grupo dos Países Menos Avançados (PMA).

A integração de Cabo Verde no bloco económico da Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental (desde 1977), a paridade fixa do Escudo de Cabo Verde face ao Euro a partir de 1999, a assinatura de acordos comerciais específicos, nomeadamente o African Growth and Opportunity Act (AGOA) e o Acordo de Cotonou (2000), a introdução do Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA) em Janeiro de 2004 e o Acordo de Parceria Especial com a EU em construção, têm sido fatores de suma importância no desenvolvimento económico do país (Costa, Leite Isabel., 2004)

Figura.15. Taxa de crescimento do produto por sector. Fonte: INE (2015)



Apesar dos progressos e performances ao nível da economia e dos índices de desenvolvimento alcançados, o país continua a apresentar vulnerabilidades estruturais impostas

essencialmente pela reduzida dimensão territorial, insularidade, fragilidade dos ecossistemas e escassez de recursos naturais, forte pressão demográfica sobre os recursos, secas prolongadas, localização geográfica à margem das correntes principais do comércio internacional, exiguidade do mercado de trabalho (Relatório a Conferência Rio +20, 2012).

Mas o país tem conseguido driblar as suas fragilidades e, por exemplo, superar a escassez de água potável recorrendo à dessalinização da abundante água do mar que o envolve. A dessalinização fornece a maior parte da água para consumo em Cabo Verde e, em algumas ilhas como São Vicente e Sal, é a única fonte de água potável, é feita com o recurso a uma grande quantidade de energia. Apesar desta energia ser maioritariamente originada em derivados do petróleo, que são importados, extremamente caros e extremamente poluentes.

A estrutura da economia cabo-verdiana diferencia-se pelo predomínio do setor terciário, que absorve 66% do emprego aproximando-se da estrutura típica das economias desenvolvidas, não obstante as suas profundas limitações (Relatório a Conferência Rio +20,2012).

A predominância do setor terciário decorre, principalmente, da fraca expressão do sector primário, devido às limitações estruturais da agricultura e da escassez de outros recursos naturais. A pesca, que possui algum potencial, encontra-se ainda numa fase embrionária de desenvolvimento do seu potencial.

E é neste contexto que, ao longo das três últimas décadas e meia, Cabo Verde tem apresentado uma trajetória de desenvolvimento consistente, com vários indicadores acima da média dos restantes países africanos.

EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ECONÓMICA DE CABO VERDE EM MILHÕES DE CVE CORRENTES (1990-2019)								
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	1990-2019
A - SECTOR PRIMÁRIO	4 061	6 634	10 819	10 840	11 779	14 432	9 652	2,38
B- INDÚSTRIA	7 130	11 675	16 534	18 581	24 441	28 192	37 663	5,28
C- SERVIÇOS	12 404	22 334	40 337	57 689	84 751	96 043	119 828	9,66
Total VAB	23 596	40 642	67 690	87 111	120 970	138 667	167 142	7,08

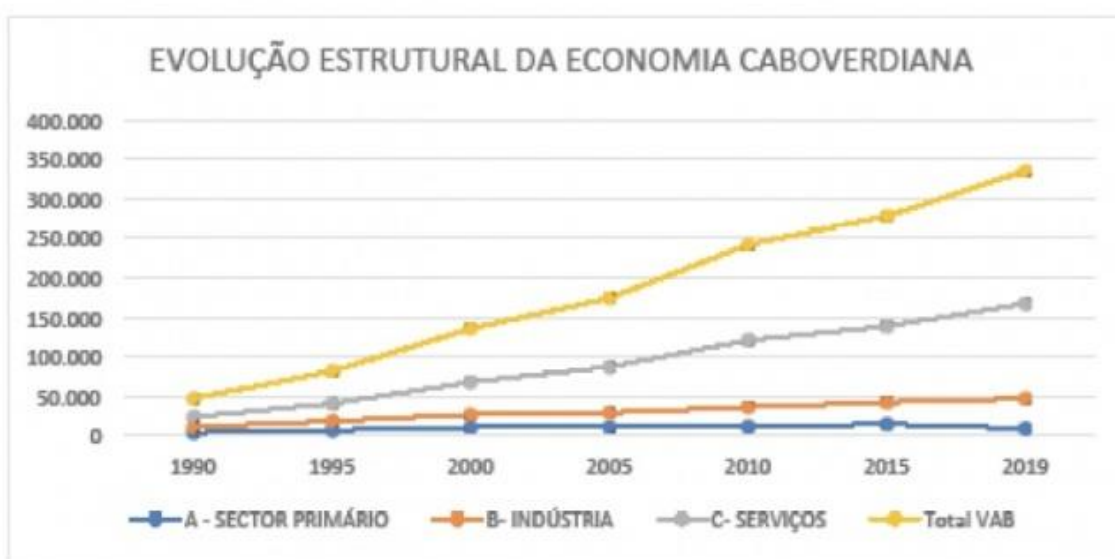


Figura.16. Evolução estrutural da economia cabo-verdiana. Fonte: INE (2019)

O contexto encontrado no primeiro dia enquanto país independente, com uma taxa de analfabetismo superior a 60%, uma grande carência de todo o tipo de infraestruturas, com 91% da população dependendo da agricultura e uma seca severa logo no ano de 1977, foram ultrapassados. Contudo, tal como na altura, Cabo Verde encontra-se numa encruzilhada entre a reciclagem da ajuda externa e a constituição de uma economia dinâmica, capaz de atrair investimento externo, criar e redistribuir riqueza, reduzindo e erradicando a pobreza. Nesta fase, perante a necessidade, fala-se numa Agenda de Transformação (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos. 2015).

4.5.3. Enquadramento e formuladores de políticas

Cabo Verde como um país de nível de desenvolvimento médio, depende fortemente da importação de combustíveis fósseis, representando 79% da energia elétrica consumida no país no ano de 2015, que, para além de ser poluente, é cara e sensível às flutuações dos preços de mercado. Uma das estratégias do governo passa por reduzir a dependência dessas importações através da

aposta nas energias renováveis, sendo que, esta aposta tem um forte impacto na política de sustentabilidade energética, na economia do país, na sociedade e no melhoramento da qualidade ambiental (Atlas do Potencial Eólico do arquipélago de Cabo Verde, 2018).

O setor de energia em Cabo Verde caracteriza-se essencialmente pelo consumo de recursos energéticos derivados do petróleo como: gasolina, gasóleo, gás butano e lubrificantes; e da biomassa (lenha) e utilização de energias renováveis na produção de eletricidade, apesar da energia eléctrica ser essencialmente produzida a partir de centrais térmicas (70% do total) à base do diesel e do fuelóleo. Entretanto, o combustível com maior peso no consumo interno é o gasóleo, que representa cerca de 41% do total dos combustíveis fósseis.

A estratégia definida para o setor energético no país, é uma estratégia baseada no envolvimento crescente do setor privado, quer das empresas quer das famílias, que progressivamente vão substituir os investimentos públicos no setor. O Estado assume neste contexto o seu papel de promotor, dinamizador e regulador de um mercado de produção e oferta de energia dinâmico, inovador e eficiente, criando as condições para o investimento privado substituir o investimento público na transformação do setor energético. O Estado será igualmente um catalisador e dinamizador na procura de soluções inovadoras para financiamento do mercado de energia, que não configuram apoios diretos ou subsídios (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos, Cabo Verde (2015).

O Estado assume ainda a sua função de facilitador do processo de desenvolvimento e difusão de tecnologias novas, concentrando quaisquer esforços de investimento público em atividades de investigação, desenvolvimento e demonstração, como as necessárias por exemplo para a introdução de tecnologias de armazenamento no sistema energético do país (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos Cabo Verde, 2015).

O Ministério do Turismo, Investimentos e Desenvolvimento Empresarial tutela o setor energético em Cabo Verde, sendo da responsabilidade da Direção Geral de Energia (DGE) a definição, conceção, execução e avaliação das políticas e diretivas do Governo no que diz respeito ao setor da energia (MTIED, 2014b). Os preços do mercado energético e do combustível fóssil são regulados pela Agência de Regulação Económica (ARE), estando praticamente dependentes da evolução do preço dos combustíveis fósseis (MTIED, 2014b).

Em Cabo Verde, a empresa pública ELETRA, é a principal empresa a operar no setor elétrico, sendo também responsável pelo abastecimento de água para a maioria das ilhas, com exceção da ilha de Boavista, onde a empresa público-privada Águas e Energia de Boavista (AEB) é subconcessionária do serviço público, e da ilha do Sal onde opera em regime de produtor independente, desde 2005, a empresa Águas de Ponta Preta (APP) (MTIDE, 2015a). No que

concerne às áreas das energias renováveis estão envolvidas duas entidades: a Cabeólica, empresa público-privada que, desde 2009, opera em Cabo Verde e a Electric Wind, empresa privada responsável pelo desenvolvimento e exploração da energia eólica na ilha de Santo Antão (MTIDE, 2015a).

4.5.4. Desenvolvimento do setor energético, implementadores

O serviço de abastecimento de energia é um dos elementos chave para o desenvolvimento económico e social de Cabo Verde. O bom desempenho deste setor será uma mais-valia, contribuindo nomeadamente à criação de postos de trabalho, à inovação no setor energético, ao desenvolvimento do setor privado, e à redução do défice externo.

Um dos principais objetivos da política energética de Cabo Verde, é cobrir 50% da necessidade em energia elétrica, até 2020, através de fontes renováveis. De forma a atingir uma taxa de 50% de Energias Renováveis e reduzir significativamente a dependência face aos combustíveis fósseis, assim, o Governo de Cabo Verde decidiu lançar um ambicioso Programa de Acção assente em cinco eixos principais: a) Preparar as infra-estruturas; b) Garantir o financiamento e envolver o sector privado; c) Implementar os projetos; d) Maximizar a eficiência d) Lançar o Cluster das Energias Renováveis (Relatório a Conferência Rio +20, 2012).

O emergente mercado das energias renováveis inserido da nova economia verde, tem ganho cada vez mais protagonismo e adeptos a nível mundial e, hoje, já faz parte do dicionário de quase todos os países, principalmente os que privilegiam um modelo de desenvolvimento sustentável virado para questões de índole ambiental e ecológico.

Mas, mais do que um ponto a atingir no futuro, e porque o processo é ainda mais importante, esta é uma visão dinâmica, estruturante e transformadora. O setor energético é considerado como um dos setores chaves do desenvolvimento do país e as metas preconizadas são metas dinâmicas e de transformação económica e social. Por isso, a estratégia centra-se em torno de dois eixos principais e ambiciosos:

1. Acesso universal à energia elétrica, 100% produzidas por fontes energéticas renováveis em 2020;
2. Erradicação do fogão de três pedras para cocção até 2020, e tornar o uso da biomassa florestal numa escolha energética em 2030.

A substituição do sistema eletroprodutor, baseado maioritariamente na combustão de derivados do petróleo, por fontes renováveis intermitentes, vai implicar uma reformatação da procura para otimizar a relação produção/consumo. A gestão da procura, com deslocação de cargas, promoção de tecnologias e processos mais eficientes, e promoção de comportamentos

racionais e eficientes, é uma parte essencial da estratégia de eletricidade 100% de origem renovável.

A sustentabilidade no ramo da energia envolve fatores económicos, ambientais e sociais. A forma como se organizam as sociedades (visão e políticas) influencia a trajetória de desenvolvimento, pelo que o fator institucional é também muito importante (Agenda de Ação para a Energia Sustentável para Todos-CV, 2015).



Caracterização do Sector Energético de Cabo Verde

❑ Sistema Eléctrico de Cabo Verde

- O sector eléctrico é dividido em sistemas de produção e distribuição.



❑ Principais Agentes do Sistema Eléctrico Nacional

- MTIE(DGE); ARE e ELECTRA.

❑ Sector dos Combustíveis

Atelier Regional do CEREEC Dakar, Senegal
18 a 21 de Outubro 2010

2

Figura. 17. Caracterização do sector energético em Cabo Verde. Fonte: DGE (2010)

No entanto, no mercado dos combustíveis, no qual se apoia a produção de eletricidade, operam as empresas Enacol e Vivo Energy, as principais responsáveis pelas importações e distribuições de combustíveis no país (MTIDE, 2015a). Uma parte do combustível fóssil importado por Cabo Verde destina-se à reexportação em aviação e transportes marítimos. Todavia, grande parte é destinada ao consumo interno, nomeadamente para os transportes, produção de eletricidade e água dessalinizada (ARE, 2016).

Devido a insularidade de Cabo Verde, os derivados do petróleo para o consumo interno seguem um complexo sistema de importação e redistribuição. As empresas responsáveis pela distribuição de combustíveis contam com uma vasta rede de redistribuição por todo o território, cada ilha possuindo um sistema energético isolado com características próprias de oferta e procura.

Num primeiro momento, todos os combustíveis fósseis importados são armazenados nas ilhas de São Vicente, Sal e Santiago. É a partir destes três centros de armazenamento primários que são posteriormente distribuídos por via marítima pelas restantes ilhas. No entanto, para as

localidades mais remotas, o abastecimento de gásóleo para a produção de eletricidade é feito pela estrada (MTIE, 2014b). Por razões sociais, o preço dos produtos petrolíferos estabelecido é o mesmo em todas as ilhas, embora o custo seja superior para as ilhas menos desenvolvidas (Alves., 2000).

Por seu turno, a eletricidade consumida em cada ilha do arquipélago é produzida localmente, sendo a maior parte suportada por derivados de petróleo, nomeadamente o fuelóleo e o gásóleo. Para satisfazer as necessidades das populações mais isoladas, alguns municípios mantêm pequenas redes isoladas (MTIDE, 2015b).

4.5.5. Situação atual e perspectivas futuras para as energias renováveis em Cabo Verde

Atualmente, a energia elétrica de Cabo Verde é gerada a partir de três fontes de energia: solar fotovoltaica, eólica e geradores a diesel e fuelóleo (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos, 2015). O aproveitamento das potencialidades de fontes renováveis ainda é reduzido, não podendo substituir assim as energias primárias. No entanto, tornou-se visível o crescimento do potencial renovável instalado nos últimos anos.

A forte aposta nas energias renováveis é concretizada com a publicação do Decreto-Lei n.º 1/2011 de 3 de janeiro de 2011, que vem criar um regime de licenciamento e exercício de atividades específico e adaptado às energias renováveis.

Porém, não obstante as excelentes condições existentes no país para a utilização dessas energias, apenas 23% da eletricidade produzida provém de FER (MTIDE, 2015^a, ECREEE, 2014). Vemos, assim, que Cabo Verde se apresenta muito dependente das importações, uma vez que não possui quaisquer recursos energéticos próprios de origem fóssil (Costa, Duic, e Carvalho., 2015).

Com vista a encontrar soluções para o desenvolvimento sustentável do país foi elaborado o Plano Energético Renovável de Cabo Verde (PERCV1) cujo principal objetivo é identificar e reservar as áreas com potencial para o desenvolvimento de projetos na área das energias renováveis. Dentro das políticas do setor energético, foram definidas as Zonas de Desenvolvimento das Energias Renováveis (ZDER), zonas destinadas a acolher projetos de aproveitamento das energias renováveis nas seguintes áreas: solar, eólica, hídrica, geotérmica, resíduos sólidos urbanos e marítima.

A integração dos recursos renováveis na geração de eletricidade centra-se sobretudo nas energias eólica e solar, dado existirem em Cabo Verde escassos recursos pluviais que possibilitem a criação de energia hídrica. Convém ainda não esquecer que, Cabo Verde apresenta uma acentuada dependência das centrais de dessalinização de água, sendo este um processo que exige uma quantidade significativa de energia (MTIDE, 2015b).

Os recursos renováveis, eólico e solar fotovoltaico, são aqueles que mais abundam no país, e, atualmente, representam a totalidade do aproveitamento renovável para a produção da energia elétrica do país.

Dada a sua localização espacial, Cabo Verde encontra-se sobre influência dos ventos alísios, ventos bastante constantes provenientes de uma única direção, nordeste (NE), sendo esta característica fundamental do recurso eólico desta região que o torna em um aproveitamento renovável bastante benéfico para o abastecimento elétrico do país. Por isso, dessas duas fontes a que mais cresceu foi a energia eólica.

Em 2013, 20% da eletricidade produzida foi de origem renovável, tendo o remanescente sido produzido com derivados do petróleo, nomeadamente gasóleo e fuelóleo (Agenda de Ação para Energia Sustentável para Todos, 2015). Com a introdução do fuelóleo e substituição do gasóleo nas ilhas principais, a eficiência energética melhorou ligeiramente. Mas, a ação combinada desta substituição e da introdução de mais fontes renováveis no sistema eletroprodutor, levou a que houvesse uma quebra na procura total de gasóleo e, em menor dimensão, do fuelóleo.

A produção de eletricidade tem vindo a ser alvo de avultados investimentos e reestruturação com reforço de potência e integração de tecnologias de conversão de fontes de energias renováveis. A potência instalada vem crescendo a ritmo acelerado, tendo-se verificado um salto de 109,2 em 2011 para 156,5 MW em 2012. Esta potência inclui 26 MW de aerogeradores e 7,5 MW de painéis fotovoltaicos. Cabo Verde tem neste momento um conjunto de projetos renováveis em fase de instalação, num total aproximado de 35 MW, na área da energia solar e energia eólica. Ao nível da energia solar, foi concluída em 2010 a instalação de duas centrais fotovoltaicas, uma na ilha de Santiago (5 MW) e outra na ilha do Sal (2,5 MW). Assim, um dos eixos de sector energético do país é: *A Estratégia para os 100% de Energias Renováveis na Rede Elétrica*, baseada em avanços por passos prudentes, com uma forte componente de prospeção, aprendizagem, geração de conhecimento e demonstração. A taxa de penetração será incrementada de maneira faseada, passando por 2 etapas intermédias, de 30%/35% (prevista para 2016) e 50% (prevista para 2018), antes de atingir os 100% em 2020. Este processo envolve 6 fases:

- Numa primeira fase fixa-se a meta de 30%/35% de eletricidade de origem renovável injetada na rede em todas as ilhas. Este valor deverá ser possível sem recurso ao armazenamento.
- Numa segunda fase iniciavam-se pequenos projetos de armazenamento com a maior diversificação possível de tecnologias.

- Numa terceira fase avança-se para uma ilha com 50% de eletricidade de origem renovável injetada na rede;
- Numa quarta fase, depois de um tempo de aprendizagem, avança-se para uma percentagem mínima de 50% de eletricidade de origem renovável injetada na rede em todas as ilhas;
- Numa quinta fase avança-se para uma ilha 100% renovável com as tecnologias que se mostrarem mais adaptadas e mais fáceis de endogeneizar.
- Numa sexta e última fase, depois de um tempo de aprendizagem e controlo das tecnologias e dos processos, prossegue-se a meta dos 100%.

4.6. Eólica

No que respeita ao recurso eólico, e com as necessárias reservas resultantes das lacunas de informações, pode-se caracterizar as ilhas com potencial eólico da seguinte forma:

- a) Ilha de Santiago – apresenta velocidades médias de recurso eólico entre os 6 m/s e os 8 m/s, consoante a elevação do terreno. O vento tem orientação predominante para NE. As velocidades mais elevadas encontram-se a 1200 m de altitude. Contudo, representam zonas escarpadas e de difícil acesso para a instalação de aerogeradores. Entre os 500 m e os 900 m de altitude, registam-se velocidades de vento assinaláveis (na ordem dos 7m/s), apresentando áreas disponíveis para acolher projetos eólicos de maior dimensão.
- b) Ilha de São Vicente – De entre as 9 ilhas do arquipélago, é a que dispõe de maior potencial eólico. Não obstante a sua orografia acidentada, apresenta estruturas de cumeadas bem definida com declives acentuados, mas não abruptos (escarpados), condições favoráveis a uma aceleração do recurso eólico aumentando, consequentemente, as velocidades médias nas cotas mais elevadas. A estes dados acrescenta-se uma orientação das linhas de cumeadas, predominantemente de SE, ou seja, em perfeita sintonia com os ventos dominantes de NE. A ilha de São Vicente apresenta vastas áreas com velocidades médias superiores a 8,5 m/s, o que demonstra o seu elevado potencial eólico.
- c) Ilha do Sal – dada à sua morfologia, praticamente plana, a ilha do Sal apresenta um potencial eólico muito homogéneo em todo o território, sendo negligenciável, à mesoescala, os poucos acidentes orográficos identificados. Ainda assim, aponta-se a costa Este da Ilha como a área com o melhor potencial, atingindo os 7 m/s de velocidade de vento, a cotas na ordem dos 60 m. Os restantes locais da ilha apresentam velocidades médias de cerca de 6,5 m/s, o que confere à ilha um bom potencial eólico.

- d) Ilha de Santo Antão – Devido à sua orografia, extremamente acidentada e complexa, dispõe de pouco potencial eólico.
- e) Ilha do Fogo – esta ilha apresenta, pela sua orografia peculiar, um potencial eólico claramente dividido em dois quadrantes: no quadrante NO-SE apresenta um potencial médio/elevado, na ordem dos 7,0 m/s de velocidade média e no quadrante oposto (NE – SO) apresenta um baixo potencial, com velocidades médias que não ultrapassam os 5 m/s.
- f) Ilha de São Nicolau – com uma morfologia muito acidentada, esta ilha apresenta vertentes com melhor exposição ao recurso eólico e, conseqüentemente, zonas com maior potencial. Neste sentido, destacam-se duas áreas com elevado potencial (velocidades médias acima dos 8 m/s), nomeadamente, a área do parque natural do Monte Gordo e a área adjacente à localidade de Jalunga. À semelhança da vizinha ilha de São Vicente, São Nicolau pode ser integrada na lista das ilhas com maior potencial eólico do arquipélago.
- g) Ilha da Boavista – a ilha apresenta um potencial eólico médio/elevado, na ordem dos 6,0 a 7,0 m/s de velocidade média. Existem zonas que apontam para velocidades médias da ordem dos 9 m/s. De realçar, que o potencial da ilha da Boavista pode estar sub-estimado, pelo que investigações posteriores poderão levar à revisão do potencial dessa ilha e colocá-la, eventualmente, na lista das ilhas com elevado potencial.
- h) Ilha do Maio – a velocidade do vento é estimada na ordem dos 6.5 m/s. Na ausência de dados de medição, indicadores como perturbação da vegetação e a informação proveniente dos habitantes locais, indiciam a homogeneidade do recurso eólico da ilha assim como a sua orientação predominante de NE.
- i) Ilha da Brava – esta ilha apresenta, na generalidade do seu território, velocidades médias de vento superiores a 7,5 m/s. No entanto, apesar das elevadas velocidades médias de vento para toda a ilha, a orografia muito acidentada da mesma determina um fator de incerteza elevado sobre a representatividade dos valores apresentados para a generalidade do território.

4.6.1. Projetos

Em 1994, a ELECTRA, procedeu à instalação de três parques eólicos no arquipélago de Cabo Verde.

Um parque na ilha do Sal com duas turbinas eólicas com uma potência de 300 kW cada e, outros dois parques nas ilhas de S. Vicente e Santiago com três turbinas eólicas, cada uma com 300 kW de potência. Estes parques são compostos por aerogeradores do fabricante Nordtank com regulação por passo fixo - “Stall”.

Nos finais de 2011, a Vestas assinou um contrato para o fornecimento de geradores eólicos que totalizaram uma capacidade de 25,5 MW para Cabo Verde, especificamente para o projeto desenvolvido pelo promotor Cabeólica, que incluiu a construção de quatro parques eólicos nas ilhas de Santiago, Sal, São Vicente e Boavista. A Vestas instalou um total de trinta turbinas eólicas de 850 kW de potência unitária (11, 9, 7 e 3 MW nas ilhas de Santiago, Sal, São Vicente e Boavista, respetivamente) numa parceria público/privada entre o governo de Cabo Verde e a ELECTRA & InfraCo. Posteriormente, procedeu-se ao aumento da capacidade instalada nos parques eólicos das ilhas de Santiago e São Vicente com a instalação de mais três turbinas eólicas em cada ilha. Desta forma, atualmente, Cabo Verde conta com uma capacidade instalada de eólica de 30,6 MW, espacialmente distribuída por quatro ilhas.

Até inícios de 2014, havia cerca de 27 MW de potência instalada, em termos de energia eólica na CEDEAO. A principal central eólica da região situa-se em Cabo Verde, onde a Cabeólica dispõe de 25,5 MW, distribuídas pelas ilhas de Santiago (9,35 MW), São Vicente (5,95 MW), Sal (7,65 MW) e Boa Vista (2,55 MW).

De acordo com ECREEE (2014), a potência de fontes renováveis, como a eólica e a solar, instalada na rede dos Estados Membros da Comunidade Económica do Estados da África Ocidental (CEDEAO), representa apenas 36 MW, estando concentrada principalmente em Cabo Verde, que se destaca como o líder regional. Estes projetos resultaram de uma Parceria Público-privada (PPP) entre três instituições (a Infraco Africa Limited, uma empresa de desenvolvimento de infraestruturas com sede no Reino Unido, a ELECTRA e o Governo de Cabo Verde), estando inicialmente prevista uma produção anual superior a 80 GWh por ano. Esta parceria tem como objetivo estratégico a redução da dispendiosa e poluente produção de eletricidade com base em produtos petrolíferos, a atração do investimento privado e o alívio da pressão sobre o setor público no financiamento exclusivo do setor energético de Cabo Verde (Cabeólica, 2014).

Tabela.1. Produção de eletricidade (kWh) e fontes de energia primária. Fonte: INE(2013)

Produção de Eletricidade (kWh) e Fontes

ANO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total (T+S+E)	285	295	318	325	330	373	383*
Solar (% of Total)	0	0	2.1 (0.7)	8.96 (2.8)	7.5 (2.3)	7.5(2.0)	6.7(1.7)
Eólico (% of Total)	5.5(1.9)	4.7(1.6)	2.0(0.6)	15.6(4.8)	61.4(18.6)	73.8(19.8)	74.3(19.4)
Total ER (S+E)	5.5(1.9)	4.7(1.6)	4.1(1.3)	24.56(7.6)	68.9(20.9)	81.3(21.8)	81.0(21.1)

*) valor estimado.

Na ausência de novos investimento nas fontes de energias renováveis as participações no *mix* de eletricidade tenderá a decrescer.

Os projetos de energia eólica, são mais competitivos, quer pelo excelente recurso existente em Cabo Verde, quer pelo maior estado de maturação da tecnologia. Estes projetos apresentam custos de geração inferiores a €50/MWh, se financiados através de linhas de crédito concessionais, o que é menos de metade do custo de geração associado ao fuelóleo (cerca de €130/MWh) (Plano Energético renovável de Cabo Verde,2011). Estes projetos podem, também, ser implementados por iniciativa privada com custos para o sistema inferiores aos do fuelóleo, desde que não existam significativas restrições técnicas à entrega de energia à rede.

4.6.2. Solar

Do mapeamento do recurso solar pode afirmar-se que Cabo Verde tem um recurso solar abundante. Em termos de média anual, grande parte do território apresenta uma radiação global entre os 1.800 e os 2.000 kWh/m²/ano, para a inclinação e exposição natural do terreno.

Relativamente ao número de horas de sol no território, mais de metade do território apresenta um potencial de mais de 3.750 horas de sol por ano.

As melhores áreas das ilhas apresentam níveis de radiação geral, em plano horizontal, entre 2.070 kWh/m²/ano, assumindo-se um valor indicativo para as zonas com potencial do arquipélago de 2.130 kWh/m²/ano. Refira-se que as máximas radiações gerais em plano horizontal na Europa registam valores na ordem dos 1.700 kWh/m²/ano, o que demonstra que Cabo Verde tem um recurso muito superior ao recurso europeu, local onde o investimento em tecnologia solar tem vindo a aumentar desde a última década. (Solutions. 2012).

Como já referimos, estudos realizados identificaram um potencial superior a 2.600 MW de energias renováveis, com particular ênfase para o recurso solar também, cujo potencial atinge os 2.068 MW. Este elevado potencial está associado à identificação de um conjunto de Zonas de Desenvolvimento de Energias Renováveis (ZDER), que representam apenas 2,4% do território, o que demonstra o enorme potencial do recurso solar em Cabo Verde (Cabo Verde 50% Renovável, 2011).

A ilha de Santo Antão é aquela que apresenta menor potencial solar e a que, juntamente com as ilhas do Fogo e Brava, estão mais expostas ao risco de nebulosidade. As ilhas do Sal, Boavista e Maio são as que apresentam o recurso solar mais abundante e onde o risco de nebulosidade é menor.

4.6.3. Projetos

O sistema solar fotovoltaico é uma tecnologia com menor maturidade, apresentando custos ainda elevados quando comparado com outras tecnologias. Contudo, tem-se assistido a uma diminuição do preço dos módulos, sendo expectável que esta tendência se mantenha. Por outro lado, o efeito da insularidade influencia os custos de transporte e construção dos projetos

em Cabo Verde, tendo-se assumido um custo de 3,25 €/W_p idêntico para todos os projetos (Yannik Levy Monteiro, Gestão de Energia Renovável para Sistemas Insulares, 2012).

Para os projetos solar fotovoltaico assumiu-se, ainda, os seguintes pressupostos:

- Prazo de construção: <1 ano
- Vida útil: 30 anos
- Prazo de amortização: 10 anos

Durante o ano 2010 foram construídos dois Parques Solares Fotovoltaicos nas Ilhas de Santiago e Sal, com um backup térmico (fuel).

- Central Fotovoltaico da Ilha de Santiago

Estes projetos foram desenvolvidos pelo Governo de Cabo Verde e financiados pela linha de crédito do Estado Português para as energias renováveis.

O projeto da Central Fotovoltaica da ilha de Santiago, com uma potência instalada de 5 MW_p, ocupa uma área de 12 hectares. Como backup térmico, foram instalados, dentro do limite da Central do Palmarejo, três grupos fuel, marca MAN com uma potência nominal de 1.635 kW.

A instalação fotovoltaica é composta por 21.696 painéis solares fotovoltaicos, estando prevista uma produção anual de cerca de 8.120 MWh. Este projeto foi inaugurado no dia 02 de Novembro de 2010.

- Central Fotovoltaico da Ilha do Sal

O projeto da Central Fotovoltaico da ilha do Sal, com uma potência instalada de 2,5 MW, ocupa uma área de 10 hectares. Como backup térmico foram instaladas dentro dos limites da central da Palmeira, três grupos Fuel, marca MAN, com uma potência nominal de 1.635 kW.

A instalação é composta por 11.016 painéis solares fotovoltaicos, estando prevista uma produção anual de cerca de 3.960 MWh.

4.6.4. Contributo das energias renováveis em Cabo Verde

A meta de 50% de eletricidade de origem renovável é uma proposta de transformação radical do setor, implicando uma profunda alteração das tecnologias, dos procedimentos, das regras de mercado. Implica, igualmente, o domínio de conhecimentos e experiências que, nesta dimensão, não existem em mais nenhum país. Implica, também, a capacitação, reconversão e formação de recursos humanos em quantidade e qualidade suficiente e necessária para o desafio almejado.

Essa meta de 50% de eletricidade de origem renovável com uma forte componente de eficiência energética é, por isso, também um meio de transformação da sociedade e da economia cabo-verdiana, para uma trajetória de desenvolvimento e comportamentos mais sustentáveis.

Assim, o panorama económico que acompanha essa meta, fundamenta-se na política de minimização dos custos de geração de energia elétrica tendo em conta quer os limites técnicos estabelecidos para os sistemas de produção de energia, quer os critérios de segurança e estabilidade das redes de transporte e distribuição.

Para efeitos de financiamento, este cenário foi desenvolvido considerando o recurso a linhas de crédito concessionais, tendo sido considerada uma taxa de financiamento de 1,7% (Plano Energético Renovável, Relatório Final, 2012).

Este cenário 50% renovável, é o mais ambicioso em termos de penetração de energias renováveis na rede. Conseguiu-se com este cenário cumprir o objetivo estabelecido pelo Governo cabo-verdiano, chegando a uma taxa de penetração de energias renováveis de 50%, tendo em conta o melhor compromisso entre custos, robustez técnica e diversificação das fontes de energia. Neste cenário privilegiou-se a introdução da energia solar fotovoltaica, tendo estabelecido um limite de aumento no total de geração de 2/MW, visando não só a promoção de diversificação tecnológica mas também antevendo a previsível redução dos custos desta tecnologia no horizonte temporal estudado.

Já os critérios técnicos considerados são em tudo semelhantes aos do panorama económico, divergindo apenas no que concerne aos investimentos em sistemas de apoio que é neste cenário um pouco mais alargado. Assim, considera-se ainda o investimento em sistemas de armazenamento de energia (bombagem pura), permitindo a estes atingir níveis de integração de energias renováveis na rede superiores ao alcançado no panorama económico.

A maior penetração de energias renováveis no cenário 50% Renovável deve-se, principalmente, à maior penetração da energia eólica e aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que neste cenário para o ano 2020 representou 40% e 7% da energia total gerada. Esta penetração foi atingida graças à possibilidade de armazenamento de energia conseguida pelo sistema de bombagem pura que permite armazenar a energia excedente nas horas de menor consumo e utilizá-la nas horas de maior consumo ou indisponibilidade de recursos renováveis

Por tal análise, pode concluir-se que Cabo Verde reúne todas as condições necessárias para atingir níveis próximos de 50% de taxa de penetração de energias renováveis em 2020, estando essa meta pendente apenas da vontade e disponibilidade do Governo cabo-verdiano (Plano Energético Renovável, Relatório Final, 2012).

4.7. São Tomé e Príncipe

4.7.1. Situação geográfica, clima e recursos naturais

República Democrática de São Tomé e Príncipe, doravante São Tomé e Príncipe, é um país insular localizado no Golfo da Guiné, na costa equatorial ocidental da África central. O país é constituído por duas ilhas principais, a ilhas de São Tomé e a ilha do Príncipe, que distam cerca de 140 km uma da outra e cerca de 250 e 225 km da costa noroeste do Gabão, respetivamente.

O arquipélago de São Tomé e Príncipe, como referimos, está situado no Golfo da Guiné, a aproximadamente 300 km da costa da África Central, a noroeste da costa do Gabão, entre os paralelos 1°45 Norte e 0°01 Sul e os meridianos 6°26 e 7°30 Este (Figura 18).

O arquipélago de São Tóme e Príncipe tem um clima do tipo equatorial, quente e húmido, e distinguem-se duas estações: uma estação chuvosa de nove meses, que ocorre entre Setembro e Junho, e outra estação mais ou menos seca, a “Gravana”, que ocorre entre Junho e Setembro de cada ano. A humidade relativa média varia entre 75% e 80%, sendo por vezes superior aos 80% entre os meses de Outubro e Maio e é fortemente condicionada pelo relevo acidentado, pela corrente quente do Golfo da Guiné, pelos ventos monçónicos e pela translação sazonal das baixas pressões equatoriais (Lains & Silva, 1958).

A temperatura média anual é de 25,6°C ao nível do mar e cerca de 30,0°C nas regiões montanhosas. Em termos de velocidade de vento, segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INM), este varia normalmente entre os 2,5 m/s e os 6,3 m/s, sendo que a zona sul da ilha de São Tomé é a que tem maior influência do vento. A radiação solar média é de 4,25 kWh/m²/dia em todo o território.

A pluviosidade é intensa em quase todo o ano, sendo que a precipitação média anual do país supera os 2.000 mm, podendo atingir os 7.000 mm nos pontos mais elevados, variando muito da costa para as zonas do interior e do norte para sul. As chuvas tropicais são penetrantes e potenciadoras de inundações, já que apesar da vegetação densa, apresentam grande capacidade erosiva e de transporte durante as inundações, causando erosão intensiva (CECI Engineering Consultants, 2008).

O país possui um património vegetal diversificado, com diferentes formações florestais, que têm um papel importante na vida económica, ecológica e social, pois a natureza dos solos, o clima e a geologia favorecem o desenvolvimento de uma densa e luxuriante cobertura vegetal, com formações lenhosas com florestas e matos conhecidas por Obô, à excepção do Nordeste que é um pouco mais árido.



Figura. 18. Mapa da localização geográfica de São Tomé e Príncipe. Fonte: Mapa do Golfo do Benin (2019)

O português é a língua oficial e de fato nacional de São Tomé e Príncipe, sendo falada por cerca de 98,4% da população do país, uma parte significativa dela como sua língua materna. Variantes reestruturadas de português ou crioulos também são falados como o crioulo-forro, o crioulo cabo-verdiano (8,5%), o angular (6,6%) e o lunguíé (1%). O francês (6,8%) e inglês (4,9%) são as línguas estrangeiras ensinadas nas escolas.

Quanto à divisão administrativa, o arquipélago de São Tomé e Príncipe divide-se em quatro regiões: Norte, Centro Litoral, Sul e Príncipe. De acordo com a Lei da Divisão Administrativa de 21 de Novembro de 1980, as regiões subdividem-se em seis distritos e uma Região Autónoma: Água Grande, Cantagalo, Caué, Lembá, Lobata, Mé-Zóchi que se localizam na ilha de São Tomé e a Região Autónoma do Príncipe (RAP). A ilha do Príncipe, desde 1994 possui o Estatuto de Região Autónoma (Artigo 137.º da Constituição da República), sendo atualmente referida como Região Autónoma do Príncipe, com órgãos administrativos próprios (Câmaras Distritais). Cada distrito subdivide-se em aglomerações (cidades e vilas) e estas em localidades.

De acordo com o Ministério das Obras Públicas, Infra-estruturas, Recursos Naturais e Ambiente (MOPIRINA), em São Tomé e Príncipe, os recursos naturais renováveis como a flora e a fauna marinha e florestal são abundantes, contudo carecem de meios adequados de exploração e de preservação. Refere ainda, que os sistemas agrícolas são-tomenses são classificados como excelentes devido ao clima que caracteriza as ilhas, todavia, existe uma grande ineficiência na

exploração agrícola, o que leva à degradação do meio ambiente envolvente. Apesar dos inúmeros esforços efetuados pelas autoridades nacionais e internacionais, ainda não houve efeitos significativos na estagnação da perda de biodiversidade do arquipélago.

4.7.2. Contexto socioeconómico

Segundo o Recenseamento Geral da População e Habitação (RGPH) realizado em 2012 pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), o país conta com uma população total de 178.739 habitantes, essencialmente jovem (61% com menos de 25 anos) e constituída por 51% de mulheres. A taxa de crescimento anual da população é estimada em 2,45% e a esperança de vida à nascença é de 66 anos. A densidade populacional é de 178,7 habitantes/km², concentrada essencialmente na capital do país. O índice sintético de fecundidade é de 3,5 partos por mulher (MOPIRINA, 2019).

A população distribui-se de modo desigual pelos distritos do arquipélago: mais de 64% da população do país vive em Água Grande e Mé-Zóchi, numa área que representa 13,8% da superfície do país (Energias Renováveis e Eficiência Energética em São Tomé e Príncipe, 2019). Esta tendência reflete-se nas disparidades de concentração da população entre as zonas rurais e urbanas, com 67% da população nas zonas urbanas e 33% nas zonas rurais, consequência do êxodo rural para os centros urbanos.

Por ter sido um entreposto do tráfico transatlântico de escravos, São Tomé e Príncipe é um mosaico cultural muito rico, pois a população são-tomense é o resultado da miscigenação entre portugueses e nativos oriundos da costa do Golfo da Guiné, Angola, Cabo Verde e Moçambique.

A taxa de alfabetização do país ronda os 88% da população (INE, 2015) sendo que sensivelmente metade dessa população é do sexo masculino (52,04%). Ao contrário da taxa de analfabetização, onde as mulheres representam a maioria da população que não sabe ler nem escrever (74,65%).

Segundo o Programa para o Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD), em 2017 São Tomé e Príncipe apresentava um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,589, encontrando-se na 143^a posição do ranking de 189 países, abaixo da média de 0,645 do grupo dos países de desenvolvimento humano médio e acima da média de 0,537 dos países da África Subariana. Em termos comparativos com outros Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) encontra-se apenas abaixo de Cabo Verde e da Guiné Equatorial, que se encontram na posição 125 e 141 respetivamente, sendo que os restantes países apresentam todos valores inferiores a São Tomé e Príncipe. Desde 1990 que este índice tem apresentado uma evolução

positiva: entre 1990 e 2017, o IDH de São Tomé e Príncipe aumentou de 0,452 para 0,589, traduzindo-se num aumento de 30,4%.

Entre 1990 e 2017, a esperança média de vida à nascença aumentou cinco anos, a média de anos de escolaridade aumentou 3,4 anos e os anos expetáveis de escolaridade aumentaram 4,3 anos. No mesmo período, o PIB per capita de São Tomé e Príncipe aumentou cerca de 54% (PNUD, 2019). A tabela 2 e 3 apresenta alguns indicadores.

A agricultura e as pescas têm sido afetadas por choques climáticos, pragas agrícolas e pela escassez de combustível e de energia. Prevê-se que STP venha a sofrer uma grave crise económica como resultado da queda no turismo devido à pandemia da COVID-19.

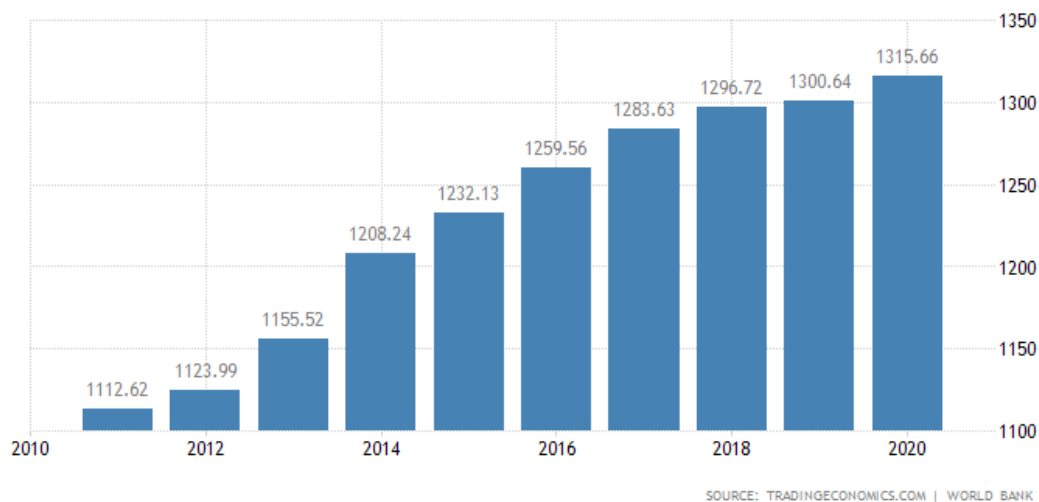


Tabela 2. PIB per capita de STP. Fonte: Tradingeconomics.com/World Bank

O Produto Interno Bruto (PIB) cresceu a uma taxa média de 4,5% entre 2010 e 2018, mas esse crescimento tem vindo a desacelerar desde 2014. O crescimento económico foi ainda mais afetado em 2018 e 2019 pela escassez de combustível e de energia, pelos atrasos dos pagamentos do governo aos fornecedores locais e pelo afastamento do financiamento interno. Os choques negativos que começaram em 2018 continuaram a afetar o desempenho da economia em 2019. Estima-se que a taxa de crescimento real do PIB tenha diminuído para 2,4% em 2019, contra 2,7% em 2018.

STP tem crescido impulsionado pela agricultura, pelo turismo, pelo investimento estrangeiro direto alimentado pelo petróleo, mas principalmente pelas despesas governamentais impulsionadas pela ajuda externa e empréstimos governamentais.



Tabela 3. Taxa de crescimento do PIB anual de STP. Fonte: Tradingeconomics.com/ World Bank.

Contudo, a pandemia afetou gravemente a economia de STP, principalmente através de perdas na indústria do turismo. A economia de STP foi atingida por uma queda quase total na entrada de turistas estrangeiros desde o início de março de 2020. A indústria do turismo, que tem sido um motor de crescimento do setor privado nos últimos anos e é responsável por uma grande parte do emprego formal, parou totalmente, resultando numa perda de rendimentos de mão-de-obra, de divisas e de receitas fiscais. Embora antes da pandemia da COVID-19, se esperasse que o crescimento de STP tivesse uma recuperação modesta em 2020, prevê-se agora que as perturbações causadas pela pandemia resultem numa contração do PIB de 9,5% em 2020, que será a primeira recessão de STP desde 1990. O Banco Mundial está a apoiar STP fornecendo assistência financeira rápida (incluindo um subsídio já aprovado de US\$2,5 milhões) e financiamento adicional para o programa de proteção social. Uma nova operação de apoio orçamental por volta do terceiro trimestre de 2020 ajudaria a satisfazer a necessidade urgente de financiamento do governo.

Assim, a taxa de crescimento anual de São Tomé e Príncipe teve uma das maiores quedas de sempre desde 1990.

4.7.3. Formuladores da política e implementadores

Atualmente as instituições que regulam o setor energético no país podem ser agrupadas em instituições do sector público e instituições do sector privado. Assim, no quadro do sector público, o Estado é a principal instituição responsável, manifestando a sua atividade através do Governo, em particular através da Direção Geral dos Recursos Naturais e Energia (DGRNE) no âmbito do ministério responsável pelo setor. Além do Estado, estão os respetivos organismos dependentes, empresas públicas, autarquias locais e a Região Autónoma do Príncipe que também têm um papel importante.

No seu conjunto, as instituições públicas do setor energético são as seguintes: Ministério das Obras Públicas, Infra-estruturas, Recursos Naturais e Ambiente (MOPIRNA); Direção Geral dos Recursos Naturais e Energia (DGRNE); Direção Geral do Ambiente (DGA); Região Autónoma do Príncipe (RAP); Distritos/ Autarquias Locais; Autoridade Geral de Regulação (AGER); Empresa de Água e Eletricidade (EMAE); Agência Nacional de Petróleo (ANP); Agência Fiduciária de Administração de Projetos do Estado (AFAP); Comité de Coordenação do Programa de Transformação do Setor Elétrico (CC-PTSE); Grupo Técnico de apoio ao Programa de Transformação ao Setor Elétrico (GT-PTSE); Plataforma Nacional de Energia Sustentável (PNES).

Importa salientar que a atual estrutura do setor energético, reflete também o período de profundas reformas que o setor tem vindo a sofrer desde 2014, com a entrada em vigor do Regime Jurídico da Organização do Setor Elétrico (RJSE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 26/2014, de 31 de Dezembro, o que gera alguma incerteza sobre o papel de cada instituição.

Podemos afirmar que, em termos conjunturais não existe uma política nacional de energia nem planos específicos para cada subsector. Espera-se que a preparação de Planos de Acção Nacionais de Energias Renováveis e Eficiência Energética (PANER e PANEEEE) e a sua efectiva implementação e monitorização, permitam clarificar e especificar a estratégia governamental nestas matérias, e assim dar linhas orientadoras tanto às autoridades nacionais como aos promotores de projectos.

O sector energético é tutelado tradicionalmente pelo Governo através do ministério competente para a área das infra-estruturas. Na estrutura do Governo atualmente em funções, o ministério competente é o MOPIRNA (Artigo 32.º). Tratando-se de um setor bastante vasto, há competências gerais que recaem no âmbito do setor da normatividade técnica industrial o que determina uma esfera de competências que eventualmente podem ser exercidas pelo Ministério do Planeamento, Finanças e Economia Azul (MPFEA).

No que concerne à energia elétrica, as competências exclusivas do Governo no seu conjunto estão bastante mais desenvolvidas no RJSE, que estabelece no Artigo 10.º o seguinte:

- Definir a política do Estado para o setor;
- Planeamento e gestão da política do sistema elétrico nacional;
- Emitir licenças aos operadores do setor;
- Aprovar diplomas legais relativos ao desenvolvimento do RJSE;
- Autorizar as instalações elétricas de geração de potência instalada superior a 30 MW, previamente ao pedido de licença;
- Proceder as concessões;

No quadro do Governo podem ainda ser incluídas as diversas direcções do MOPIRNA e as direcções de outros ministérios, também com competências e responsabilidades no âmbito da energia. No entanto, iremos nos referir a mais importante delas, a Direcção Geral dos Recursos Naturais e Energia (DGRNE).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 1/2019, de 30 de Janeiro, que aprova a Orgânica do Gabinete do Primeiro Ministro e dos Ministérios que compõem o XVII Governo Constitucional, a DGRNE “é o órgão através do qual o Governo exerce a sua política para os sectores dos recursos naturais e de energia”. Assim sendo, citaremos algumas de suas competências:

- a) Elaborar estudos e investigações sobre as características e condições dos recursos naturais do país, a sua distribuição territorial e o nível de aproveitamento;
- b) Analisar estudos e investigações recomendadas por orientações gerais sobre a utilização dos recursos naturais;
- c) Garantir a efetiva aplicação da política, leis e outros instrumentos de política do setor de recursos naturais e energia;
- d) Assegurar a gestão integrada dos recursos naturais e energéticos;
- e) Promover o envolvimento e a participação dos cidadãos, ONGs e outras instituições;
- f) Criar condições que permitam ao Estado orientar e controlar as atividades relativas à melhor utilização dos recursos energéticos;
- g) Promover e incentivar o aproveitamento racional e integrado dos recursos energéticos endógenos.

No contexto do setor da eletricidade, além da assessoria na execução das competências próprias do Governo, o RJSE também prevê como competência da DGRNE:

- Coordenar e executar a planificação do sistema elétrico (Artigo 11.º);
- Definir os sítios para a instalação dos centros eletroprodutores (Artigo 45.º);
- Emitir a autorização de produção para consumo próprio (Artigo 52.º, n.º 3);
- Emitir a autorização de produção de energia elétrica em localidades isoladas (Artigo 53.º);

4.7.4. Situação do setor energético em STP

A energia elétrica é um dos motores para o desenvolvimento de um país, pois é o alicerce de toda a indústria e os demais serviços que dela dependem. Lamentavelmente, os combustíveis fósseis, ainda são a principal fonte de energia primária consumida em São Tomé e Príncipe. Apesar de estar localizada no Golfo da Guiné, uma reconhecida zona petrolífera, até à data o país

não é produtor de petróleo, ao contrário dos países vizinhos como a Nigéria, Camarões, Guiné Equatorial e Angola. Ainda que tenha sido identificado um potencial de recursos petrolíferos a nível nacional, a experiência até aqui tem demonstrado que a sua profundidade torna improvável a concretização da exploração comercial no futuro a curto prazo. Atualmente todos os produtos petrolíferos são importados, o que torna o país dependente das importações e das flutuações de preços a nível internacional.

Nos últimos anos, com o apoio da ajuda internacional, o Governo tem apostado na melhoria do acesso à eletricidade para a população de São Tomé e Príncipe, o que se tem traduzido no aumento da taxa de electrificação no país.

O sistema elétrico de São Tomé e Príncipe é composto por centrais de produção, rede de transmissão e de distribuição e comercialização. A rede de transmissão e de distribuição por sua vez é constituída por Média Tensão (MT) de 30 kV e 6 kV, Baixa Tensão (BT) de 0,4 kV, subestações de 30/6 kV e postos de corte.

A matriz elétrica de São Tomé e Príncipe é pouco diversificada, com a presença predominante de seis centrais termoelétricas a gasóleo, sendo que cinco estão localizadas em São Tomé e uma na RAP, e apenas uma central hidroelétrica, num total de 59,68 MVA de potência instalada, da qual apenas 35,22 MW estão disponíveis, (Tabela 4).

Potência instalada nas centrais da RDSTP

Designação	Centrais		
	Térmicas (Kw)	Hídricas (kW)	Total (Kw)
S.Tomé	25645	2240	27885
Príncipe	1616	80	1696
Total S.Tomé e Príncipe	27261	2320	29581

Fonte: EMAE

Tabela. 4. Potência instalada nas centrais de STP. Fonte: EMAE (2015)

As centrais termoelétricas representam um pouco mais de 90% da capacidade total instalada atualmente. De acordo com o relatório inicial para a elaboração do Plano Diretor de Baixo Custo para São Tomé e Príncipe, 30% das unidades de produção termoelétrica possuem em média mais de 15 anos, o que justifica a sua deficiência no rendimento da produção.

No que concerne ao consumo de gasóleo, verifica-se que o país está fortemente dependente deste combustível fóssil para a produção de eletricidade, o que se traduz na fonte mais utilizada, a seguir à biomassa. A figura 19 ilustra a distribuição setorial do consumo de combustíveis fósseis, evidenciando que no setor da produção de eletricidade existe uma forte dependência do mesmo. Essa forte dependência de combustíveis fósseis do exterior tem um impacto negativo nas contas do Estado, e da EMAE, e aumenta a exposição da EMAE

relativamente à volatilidade dos preços de importação, uma vez que sem capacidade para armazenamento, a EMAE é obrigada a fazer importações numa base mensal.

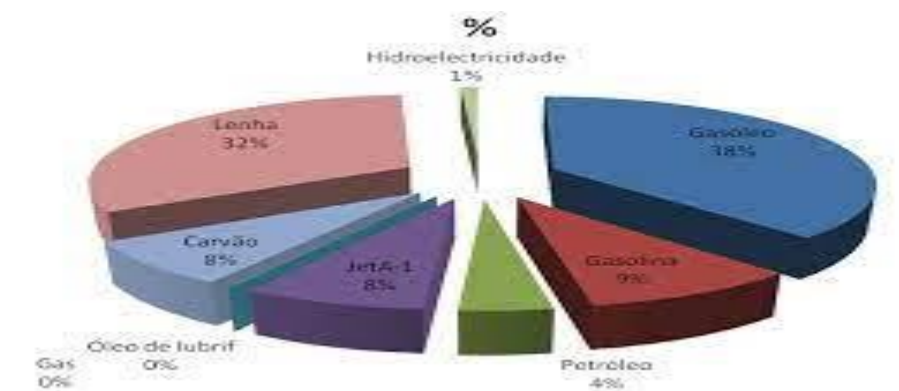


Figura.19. Matriz energética da RDSTP. Fonte: Relatório IGEE (2018)

A política do Governo para o setor da electricidade e a reduzida dimensão do país favorecem a extensão da rede elétrica nacional às localidades longínquas, suprimindo assim os sistemas isolados. No entanto, devido à indisponibilidade da rede em certas regiões do arquipélago, existem algumas micro-redes de sistemas isolados para consumidores rurais, alimentadas por pequenos grupos electrogeradores.

O uso de electrogeradores no arquipélago, embora seja difundido, não o é para a grande maioria da população, uma vez, que os preços e a manutenção destes equipamentos não estão ao alcance da maioria. Portanto, apesar de ser usado por uma parte da população, os seus principais usuários são os operadores comerciais e setoriais, como por exemplo: hotéis, grandes supermercados e lojas.

O consumo médio anual de electricidade per capita no país foi de 375,76 kWh/hab em 2017 (Ricardo Energy & Environment, 2018), um valor elevado em comparação com a média do consumo da CEEAC de 124 kWh/capita/ano em 2012 (CEEAC-PEAC, 2012). A título de exemplo, este indicador na Guiné-Bissau foi de 41 kWh/capita/ano em 2018 (ALER, 2018), em Moçambique de 203 kWh/capita/ano em 2015 e na África do Sul foi de 4.770 kWh/capita/ano em 2015 (ALER, 2017).

Calcula-se que, os valores do acesso à electricidade em 2017 variaram ligeiramente consoante as fontes: entre 72% (Ricardo Energy & Environment, 2018 a) e 73% (Website Tracking SDG 7). No entanto, segundo dados do relatório anual da EMAE de 2018 ainda não divulgados devido aos programas recentes de eletrificação, nomeadamente em época pré-eleitoral, a actual taxa de acesso à electricidade a nível nacional já terá atingido 87%, repartida em 74% em São Tomé e 100% na RAP (MOPIRINA, PNUD, 2019).

4.7.5. Situação atual e perspectivas futuras das energias renováveis em STP

O Decreto Lei n.º 1/2020 que aprova o Regulamento que Estabelece o Regime Especial e Transitório para Aquisição de Energia com Origem em Fontes Renováveis, veio impulsionar a tão almejada transição energética em STP. Outrossim, considerando as medidas concretas de reforma do setor energético apoiadas pelo Banco Mundial e pela União Europeia, que culminaram com a assinatura entre a EMAE e o Governo de um contrato de concessão das actividades da rede de transporte, distribuição e comercialização, surge a necessidade de apostar e investir nas fontes de energia renovável.

Além da existência de alguns estudos de caracterização dos recursos hídricos e de resíduos em São Tomé, e de estudos recentes feitos pela Energia de Portugal (EDP) para a RAP, não existem dados sobre o potencial concreto de energias renováveis em São Tomé e Príncipe, baseados em medições feitas no terreno, à semelhança do que acontece em outros países lusófonos como é o caso de Angola, Cabo Verde e Moçambique, para os quais foram elaborados Atlas de Energias Renováveis.

No entanto, esta situação poderá mudar num futuro próximo, já que um dos componentes do Projecto Gases com Efeito de Estufa (GEF/PNUD) é o desenvolvimento de um mapa nacional de recursos de energias renováveis que permitirá a identificação e divulgação de locais prioritários de alto impacto.

Em 2020, foi lançado um concurso para o mapeamento de recursos e elaboração de um atlas, mas entretanto houve necessidade de revisão dos termos de referência, pelo que o concurso foi retirado. Apesar desta situação, têm sido implementados alguns projetos de aproveitamento de recursos renováveis, nomeadamente centrais hidroelétricas e pequenos sistemas PV nas zonas rurais isoladas, através de investimentos privados e/ou de parcerias internacionais.

Sendo assim, o considerável potencial das fontes de energias renováveis associado ao reduzido custo de produção, confirmam que a produção de eletricidade através de recursos renováveis apostando numa maior diversificação do perfil energético do país, seria expectável que fosse uma prioridade a nível nacional, pois dela depende, diretamente, o tão almejado desenvolvimento.

4.8. Recurso hídrico

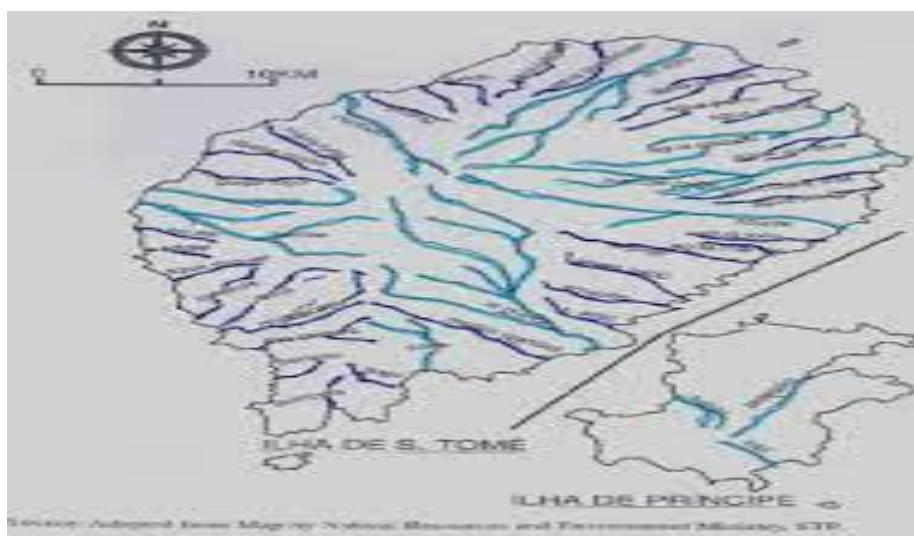


Figura 20. Principais cursos de água em STP. Fonte: Adaptado ao mapa do MOPIRINA (2012)

O potencial hídrico através do aproveitamento dos diversos rios e ribeiras que correm nas ilhas apresenta-se como um dos maiores recursos energéticos de São Tomé e Príncipe, tirando partido dos relevos acentuados e de uma precipitação regular e abundante. O ponto de maior elevação da ilha de São Tomé situa-se na parte ocidental com uma altitude de 2.024 m e de onde nascem os maiores rios do país: o rio do Ouro, Manuel Jorge, Abade e o Ió Grande. As bacias hidrográficas de São Tomé e Príncipe caracterizam-se por declives altos e pequenas extensões, resultando em reduzidos tempos de concentração o que leva à ocorrência de inundações frequentes e com elevado transporte de sedimentos (1.500 a 2.000 ton/ano/km²). É estimado que o país possua cerca de 50 bacias hidrográficas e 223 cursos de água (RDSTP, 2019).

Segundo o Plano Geral de Desenvolvimento de Recurso de Água de São Tomé e Príncipe, realizado pela CECI Engineering Consultants em 2008, apenas 8,4% dos recursos de águas superficiais (rios e lagos) e 3,8% de águas subterrâneas são explorados. De entre as águas superficiais aproveitadas, 4,93% são para irrigação agrícola, 2,98% para geração de eletricidade e 0,45% para abastecimento de água potável. Os aproveitamentos hidroelétricos em consideração estão distribuídos por oito bacias hidrográficas, nomeadamente Ió Grande, Abade, Manuel Jorge, Ouro, Cantador, Lembá, Quijá e Xufexufe.

Na figura acima, constam 116 bacias hidrográficas e 223 cursos de água. A rede hidrográfica tem uma configuração radial das montanhas centrais correndo em direção ao mar. O Rio Yó Grande é o maior rio de São Tomé, com comprimento de 24 km, e o Rio Papagaio é o mais longo da Região Autónoma do Príncipe, com 9 km de comprimento.

4.8.1. Projetos

Até 1980, São Tomé e Príncipe teve cerca de 80% de energia renovável de origem hídrica na matriz da produção de eletricidade proveniente das mini centrais hídricas do Contador, Guegue, Agostinho Neto e Papagaio. Hoje em dia, a Central Contador é a única central hidroelétrica do país e garante apenas 4,6% da produção injetada na rede da ilha de São Tomé. Esta central, que tinha uma potência de 2 MW no início da sua construção, dos quais atualmente apenas 1,8 MW estão disponíveis, está localizada no norte da ilha de São Tomé e funciona há mais de 50 anos. Atualmente está em curso o projeto de reabilitação da referida central com o objectivo de duplicar a sua capacidade.

A instalação precisa urgentemente de reabilitação para continuar a produzir energia elétrica. Em 2016 a Hidroelétrica de São Tomé e Príncipe ainda propôs duplicar a sua capacidade para os 4 MW, mas o projeto não avançou pela necessidade de realizar estudos adicionais.

A central de Guegue apesar de ser uma central hídrica com um papel importante na estabilidade do sistema elétrico nacional encontra-se inativa. Localizada no rio Manuel Jorge, a central foi comissionada em 1941 e reabilitada em 1993/94 pelo BM e a Suécia, tendo havido um acordo de cooperação entre a EMAE e a empresa Transelektra S.A. Em 2011 a central foi encerrada devido a problemas entre as duas partes relacionados com pagamentos. A central ainda chegou a pertencer à Hidroelétrica de São Tomé e Príncipe que nunca a reabilitou (ONUDI, 2019).

A central de Agostinho Neto é datada da era colonial e tem a sua fonte de alimentação no Rio d'Ouro. Foi construída inicialmente para fornecer eletricidade para a produção de cacau, e foi posteriormente reformada com conjuntos de turbina-gerador de 1x307 kW e 1x37 kW (PNUD, 2015). Ambas sofreram problemas eletromecânicos por volta de 2006/2007, quando foram desmontadas e a central permaneceu inoperante desde então. As obras de engenharia civil ainda estão em boas condições, incluindo a sala de máquinas e a conduta forçada.

Este projeto foi também considerado pela AFAP (Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional), como um projeto prioritário para desenvolvimento de estudos (ONUDI, 2019). A reabilitação desta central também estava inicialmente prevista nos levantamentos feitos no âmbito do projecto do Banco Africano de Desenvolvimento (BafD), e foi igualmente incluída posteriormente no acordo com a empresa privada STP Urbano (MOPIRINA, 2020).

A central de Papagaio está localizada na bacia hidrográfica do rio Papagaio, a maior da ilha do Príncipe. Foi inaugurada em 12 de Julho de 1993 e operou apenas duas semanas devido ao sobre dimensionamento do grupo turbina-gerador de 400 kW. Ainda foi substituída por uma unidade de 80 kW e funcionou durante algumas semanas até que o transformador foi recolocado

numa estação elétrica a gásóleo na ilha do Príncipe (PNUD, 2015). A reabilitação da central do Papagaio estava inicialmente prevista no âmbito do projecto Projeto de Remodelação e Ampliação do Sistema Elétrico do Príncipe (PRASEP) promovido pela Energia de Portugal/Renováveis (EDPR), mas foi entretanto abrangida pelo projeto GEF/PNUD, que lançou um concurso em junho de 2020 para elaboração do estudo de viabilidade, com co-financiamento do BafD.

O projeto GEF/PNUD visa criar condições técnicas, legais e administrativas para o desenvolvimento de mini e pequenas centrais hidroelétricas pelo setor privado. Trata-se de um projeto integrado que tem como parceiro o setor das florestas devido à localização das bacias hidrográficas, e o setor agrícola para a utilização sustentável das terras nas áreas circundantes aos locais de implementação. Este projeto tem como objetivo prevenir e garantir a resiliência às alterações climáticas assim como a gestão de conflitos, tendo em conta que a utilização dos recursos hídricos é transversal ao nível socioeconómico, sobretudo nas comunidades rurais onde estão localizadas as bacias hidrográficas do país.

É conhecido o potencial hídrico do país e os projectos em curso dedicar-se-ão a promover alguns deles, nomeadamente a recuperação de antigas centrais. Mas há necessidade de estudar e divulgar mais detalhadamente o potencial energético, para o que irá contribuir um futuro atlas com o potencial de energias renováveis no país e identificação de projectos prioritários, bem como o Plano Nacional de Investimento em Energia Sustentável que incluirá um pipeline de projetos para serem apresentados a possíveis investidores, direccionado para atingir as metas de acesso à energia e de energias renováveis.

4.8.2. Recurso solar

A localização geográfica de São Tomé e Príncipe proporciona condições favoráveis para a produção de eletricidade através de painéis PV. No que diz respeito à energia solar térmica, o clima em São Tomé e Príncipe apresenta poucos dias sem nuvens o que pode afetar o seu rendimento, já que está depende da radiação solar direta.

A energia solar: a potencialidade de energia solar fotovoltaica em São Tomé e Príncipe é de 4.25 kW/m²/dia- NASA (software Retscreen), para as áreas susceptíveis de desenvolvimento de centrais solares PV, com foco para as regiões norte e nordeste.

Na RAP, a empresa HBD com o apoio da EDP, tem desenvolvido em parceria com o Governo Regional alguns levantamentos de capacidade e potencial de energias renováveis, incluindo a energia solar PV. Foi instalado no ilhéu Bombom um piranómetro que registou e forneceu dados sobre o potencial solar naquela região (EDP, 2015). A produção anual estimada

foi de cerca de 1.035 kWh/kWp/ano, o que compara com cerca de 1.500 kWh/ kWp/ano, em média, em Portugal continental.

Contudo, apesar da inexistência de um estudo especializado ao nível de São Tomé e Príncipe sobre energia solar, existe um estudo sobre o potencial solar no distrito de Lobata, elaborado pela ONG TESE no quadro do projecto de Adaptação às Mudanças Climáticas (TESE, 2012).

4.8.3. Projetos

Importa salientar que, na figura 21, podemos observar o potencial da energia solar fotovoltaica no distrito de Lobata em São Tomé e Príncipe, através do estudo levado a cabo pela ONG TESE, tendo em conta que ainda não existe no país um estudo “formal” sobre o potencial das fontes de energia renovável.

A energia solar PV tem sido utilizada em São Tomé e Príncipe como fonte alternativa para o fornecimento de electricidade a estações de telecomunicações, sinalização militar, estações de tratamento de água e em iniciativas privadas.

Existe um longo caminho ainda para percorrer em STP para o real aproveitamento desta fonte de energia renovável.

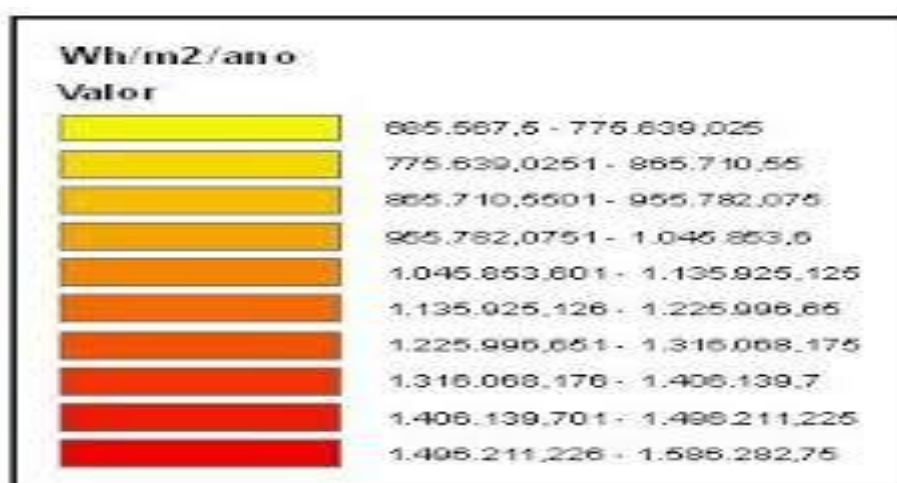


Figura. 21. Escala de valores de solar PV em Lobata, em STP. Fonte: TESE, 2012.

a. Projetos de pequena escala

Sistemas PV autónomos

A ONG TESE foi a responsável pelo programa de sistemas solares PV em cooperativas agrícolas de cacau, pimenta, baunilha e café, para fornecimento de electricidade a secadores, oficinas mecânicas, salas de pesagem e embalagem e aos escritórios. O objetivo do projeto foi o de acelerar a introdução de soluções eficazes de energia renovável para zonas rurais produtivas,

melhorando as atividades de transformação e comercialização e em consequência o rendimento das famílias associadas (TESE, 2015).

O projeto permitiu a instalação de 48 kW num total de 11 comunidades e cooperativas agrícolas.

Em 2018 as Nações Unidas deram o seu contributo para a inclusão de energias renováveis no país através da instalação de um sistema solar PV nas suas instalações. Com um custo estimado de 90.000 USD, o sistema é composto por 140 painéis solares numa área de 452m² e com capacidade para produzir cerca de 45 kWp. Prevê-se que o sistema possa vir a reduzir os custos anuais com a energia da EMAE em cerca de 18% (17.000 USD). Não menos importante é o contributo para a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) em 25 toneladas anualmente (PNUD, 2019 b).

Sistemas Solares Térmicos

No âmbito da pesquisa para a elaboração deste trabalho não foram identificados projetos de energia solar térmica, há apenas referência a instalações pontuais ao nível residencial das quais não foi possível obter mais detalhes (Energias Renováveis e Eficiência Energética em STP, 2020).

b. Projetos de grande escala

A 26 de Setembro de 2019 o Conselho de Ministros analisou a situação da crise energética, agravada pela redução substancial de combustível pela Sonangol, tendo deliberado através da Resolução n.º 29/2019 autorizar a implementação de imediato de projetos de energias renováveis que já tinham contratos e memorandos rubricados com o Estado. No que diz respeito a projetos de energia solar PV, foram identificados os projectos do Consórcio CISAN (15 MW), a Solo Solar Energy (10 MW), a AGNA (10 MW) e a EDPR (4,75 MW) na RAP.

A central solar PV da CISAN (CISAN, Indústria e Energia, SA) terá uma potência de 15 MWp conetada à rede com um banco de baterias de 2 MW, divididas em 2 grandes estações de armazenamento com capacidade de 1MW cada, que será configurado em paralelo à central, funcionando como um backup diário que garanta carga armazenada para o intervalo de menor incidência solar. Serão instalados 37.800 painéis fotovoltaicos de silício monocristalino fabricados por Amerisolar AS-6M-BN, inversores modelo GSL0100T, fabricados por KSTAR e transformadores modelo CST ONAN, fabricados por WEG. A produção média anual estimada é de 28.470 MWh. O local da instalação será uma área de 250.000 m² delimitada pela EMAE, próxima ao Aeroporto de São Tomé. A empresa responsável pela instalação será a ECOENERG ENERGIAS RENOVÁVEIS E TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL LTDA (MOPIRNA, 2020).

CISAN, é uma sociedade com sede em São Tomé, composto por acionistas privados são-tomenses, portugueses e brasileiros.

O projeto na RAP promovido pela EDP Renováveis (EDPR), em conjunto com o Governo Regional e sete investidores locais privados, no âmbito do Projeto de Remodelação e Ampliação do Sistema Eléctrico do Príncipe (PRASEP), visa a construção e operação de uma central solar fotovoltaica fora da rede de 4,75 MWp com 3,5 MWh de armazenamento, através da constituição de uma Sociedade Veículo (SPV), para a qual será celebrado com o Governo uma PPP através da assinatura de um CAE. Esta PPP será financiada a 30% pelo sector privado, EDPR, empresários locais e RAP, e o restante financiamento será através de dívida e subvenções a obter junto de entidades internacionais. Está também prevista ainda durante o ano de 2020 a realização do estudo de remodelação e expansão da rede eléctrica do Príncipe pela EDPR com financiamento do projecto GEF/UNIDO.

Este projecto conta com a assistência técnica do Programa GET.Invest (antigo EU-Africa Renewable Energy Cooperation Programme - RECP) e prevê-se a sua conclusão em 2021 (EDPR, 2020).

4.8.4. Recurso eólico

Os estudos e levantamentos de dados sobre o potencial eólico em São Tomé e Príncipe são escassos, havendo necessidade de se elaborar estudos e medições no terreno de forma a quantificar e classificar o potencial de energia eólica ao nível nacional.

Se por um lado o fato de ser uma ilha com ventos dominantes oceânicos poderá indiciar um bom potencial eólico, por outro lado a existência de montanhas e florestas com árvores de grande porte podem originar grandes variações tanto na intensidade como na direcção do vento que não permitem um aproveitamento deste recurso energético.

A zona sul da ilha de São Tomé está referenciada como a mais ventosa e a gravana é a época do ano em que ocorrem mais ventos no território de São Tomé e Príncipe, juntamente com o período compreendido entre Maio a Agosto. Os dados da velocidade do vento apresentados pelo INM estão entre os 2,5 e 6,3 m/s.

Os dados da velocidade do vento apresentados pelo Global Wind Atlas para São Tomé, e para a RAP estão entre os 3 e 5 m/s. Ambos evidenciam que o desenvolvimento da energia eólica tem um potencial relativamente baixo.

A EDP, realizou um estudo preliminar para o levantamento do potencial do recurso eólico da Ilha do Príncipe, inserido no projecto PRASEP. O estudo teve por base o facto de em geral o recurso eólico no Príncipe ser limitado, e de os dados de satélite mostrarem recursos interessantes, mas apenas em locais inacessíveis e protegidos, no lado não habitado do sul da ilha.

O estudo só identificou um local com potencial, a Roça Abade, perto do mar, numa colina de inclinação moderada sem obstáculos além da cobertura de árvores. Por essa razão foi recomendada a instalação de um anemómetro nesse local. Nesse sentido, a EDP instalou uma estação meteorológica completa com uma torre a alturas ao solo adequadas para a medição do potencial de aproveitamento eólico nos terrenos do Hotel Rural Roça Abade.

Contudo, após mais de um ano de medições, a velocidade média para o período de Janeiro a Dezembro foi de 4,93 m/s, muito abaixo do limiar da viabilidade de projetos eólicos. A análise do perfil de vento demonstra uma grande variação sazonal ao longo do ano, em que apenas quatro meses do ano estão acima dos 5 m/s de velocidade média tornando assim bastante difícil a rentabilidade de projetos eólicos na RAP (EDP, 2018).

4.4.5. Projetos

Embora ainda seja pouco significativa a representação do setor privado na produção e comercialização de energias renováveis, praticamente todos os projectos conhecidos de energia eólica são privados.

Na zona norte do país, mais concretamente em Porto Alegre, o Resort Hotel Praia Inhame é abastecido com uma combinação de fontes de energias renováveis, eólica e solar. O mesmo proprietário tem ainda um pequeno sistema eólico numa moradia unifamiliar no bairro 3 de Fevereiro. O edifício escritório da Climatrónica também tem um sistema semelhante.

De acordo com o perfil de São Tomé e Príncipe retirado do Clean Energy Information Portal, foi lançado um projecto de demonstração de 2 MW em 2007 no distrito de Caué, a 90 km da cidade de São Tomé, com o apoio técnico de empresas alemãs. No entanto a nível local não há qualquer conhecimento sobre este projecto (Relatório de Energias Renováveis e Eficiência Energética em STP, 2020).

A empresa pública Companhia Santomense de Telecomunicações (CST) investiu na instalação de um sistema eólico e solar na RAP, para alimentar energeticamente as unidades de telecomunicações instaladas na ilha. No âmbito da Terceira Comunicação Nacional de São Tomé e Príncipe (MOPIRINA, 2019), uma das medidas de mitigação das emissões de GEE, inclui uma central eólica on-shore de 3 MW, embora não tenha sido possível obter mais informações.

Ademais das fontes antes citadas, existe interesse na exploração de outras tecnologias ligadas a outras fontes de energia renovável, como as ligada a bioenergia.

4.4.6. Barreiras a difusão e implementação de FER em São Tomé e Príncipe

Embora exista fontes de energia renovável no país, existe a necessidade de conhecer mais detalhadamente o potencial destas energias renováveis em São Tomé e Príncipe. Há

dificuldades em obter dados sobre os projetos futuros de energias renováveis e o ponto de situação das atuais.

O país não tem um sistema organizado de recolha seletiva de resíduos, e tem baixa capacitação em integração e gestão de sistemas de energias renováveis por parte dos quadros das instituições diretamente envolvidas no setor.

Assim, torna-se necessário desenvolver estudos de avaliação do potencial de recursos renováveis em São Tomé e Príncipe baseados em medições no terreno, implementar um sistema de recolha seletiva e tratamento diferenciado, e também apostar na criação de formações para técnicos especializados no ramo.

Para tal, é imprescindível o reforço da capacitação em gestão de sistemas de energias renováveis para os quadros das instituições diretamente envolvidas no setor, e a inclusão de dados sobre projetos na base de dados do setor energético e dotar a Plataforma Nacional de Energia Sustentável ou o Grupo Técnico de Apoio ao Programa de Transformação do Setor Elétrico de meios e autonomia institucional para recolher e publicar informações sobre os projetos em concreto.

É imperativo também, a implementação de um sistema de recolha selectiva e tratamento diferenciado, bem como, a criação de formações para técnicos especializados e o reforço da capacitação em gestão de sistemas de energias renováveis para os quadros das instituições diretamente envolvidas no setor.

A inexistência de uma política nacional de energia em particular para energias renováveis e eficiência energética, contribui para a fraca coordenação entre as entidades diretamente implicadas no setor, como também para a fraca difusão e implementação das mesmas.

Existe desconhecimento das políticas energéticas por parte das diferentes entidades governamentais indirectamente envolvidas (Ministérios e Direcções Gerais). Infelizmente, a DGRNE e a AGER ainda não estão dotadas de todos os recursos humanos e materiais para efetiva aplicação das responsabilidades legalmente definidas. Há também, ausência de planos e medidas de eficiência energética a nível nacional, nomeadamente standards para eficiência energética em todos os sectores, incluindo edifícios.

Capítulo 5. Conclusão e Desafios

5.1. Conclusão

Em muitos países desenvolvidos está assegurado o acesso à eletricidade. Com um breve estalido, as luzes acendem-se, a água aquece e a comida é cozinhada. Para as populações de muitos países em desenvolvimento, o acesso à eletricidade tem um significado muito diferente, pois significa recolher madeira e lenha para arder, abastecer diariamente um gerador (que tem um custo financeiro elevado), depender de uma vela ou candeeiro.

As estimativas de capacidade instalada nessa região são espantosamente baixas em comparação com o potencial de recursos, sendo que a situação é ainda pior do que as estimativas indicam. A capacidade instalada e a presença de uma rede não garantem o acesso de todos indivíduos a eletricidade.

A incapacidade da região de fornecer eletricidade fiável tem levado ao crescimento abundante de produção própria, pouco eficiente e dispendiosa, no setor industrial, comercial e até residencial, chegando aos 10% da capacidade de produção da região. Esta situação aumentou o custo e o risco de fazer negócios na região. Esta falta de eletricidade fiável resultou em perdas económicas de cerca de 2% do PIB da região e cerca de 5% das vendas anuais das suas empresas (Castellano, 2015).

A falta de acesso a dados e de disponibilidade dos mesmos na África subsariana torna difícil a integração dos resultados de análises sistémicas nas decisões políticas dos países. Existe o risco de esta situação acorrentar a região a um caminho de desenvolvimento que não é o ideal para a sua população do ponto de vista económico e ambiental. Para alcançar rapidamente o acesso da totalidade da população da região à eletricidade será necessária uma combinação de caminhos e escalas.

Por isso, para garantir o acesso da totalidade da população da região à eletricidade será necessário combinar diversos caminhos e estratégias, tais como sinergias entre os sistemas de energia distribuída e centralizada, o reforço do apoio financeiro e dos investimentos, a melhoria da capacidade, e a gestão institucionais. Fornecer eletricidade acessível e fiável a todos os indivíduos da África subsariana exigirá esforços financeiros, sociais e políticos sem precedentes. O setor de eletricidade na região apresenta um conjunto único de desafios.

Embora o contributo da África subsariana para a emissão de gases com efeito de estufa seja o mais baixo do mundo, é a região mais vulnerável aos impactos das alterações climáticas, como secas e fracos rendimentos agrícolas (Kang, 2009).

A correção do déficit de eletricidade da África subsariana tem dois componentes principais. Um componente envolve aumentar o fornecimento de energia elétrica à região e determinar se a nova capacidade de produção virá de fontes fósseis ou renováveis. O segundo componente envolve satisfazer a procura de eletricidade e determinar o papel das redes centralizadas e descentralizadas no aumento do acesso dos indivíduos.

Assim sendo, a verificação dos caminhos possíveis para colmatar o déficit de eletricidade na África subsariana exigirá a modelação dos sistemas de energia da região. Algumas análises a nível pan-africano prevêem um crescimento anual da capacidade na ordem dos 8% a 13%, com uma expansão de 50–200 GW até 2025 (Bazilian, 2012; Sanoh, 2014; Sparrow, 2002). Ainda assim, a modelação dos sistemas de energia do futuro terá de se adaptar aos contextos específicos, que variam de país para país, havendo poucas investigações na literatura sobre a expansão sustentável de sistemas de energia a nível nacional em países individuais. Em vários países da região, a modelação de sistemas de energia é um desafio devido à falta de dados fiáveis e exatos.

Os principais desafios da utilização das energias renováveis para expandir o fornecimento de eletricidade são o risco de que as alterações climáticas dificultem a produção de energia hidroelétrica, a intermitência e variabilidade da energia solar e eólica, bem como o risco de produção em excesso e a imposição de restrições.

Embora a África subsariana tenha potencial para produzir energia limpa, renovável e acessível em abundância através da energia hidroelétrica, por ex., uma série de estudos revelaram a existência de um risco elevado de que as alterações climáticas possam prejudicar o desempenho das barragens hidroelétricas (Kammen, 2015).

As secas e a variabilidade sem precedentes da queda de precipitação irão restringir o desempenho técnico das grandes reservas hidroelétricas, o que terá impactos a longo prazo na agricultura e na produção de eletricidade (Kang, 2009). As barragens de grande dimensão também comportam riscos sociais e ecológicos. Podem pôr em risco os meios de subsistência provocando a perda de terras agrícolas e levando à necessidade de reassentamento de comunidades. As barragens podem dar origem a reservas de água estagnada, altos níveis de sedimentação e crescimento de algas que têm impacto na vida selvagem (Union of Concerned Scientists, 2016).

As fontes de energias renováveis de produção, como a energia eólica e solar, são variáveis e intermitentes, só estando disponíveis quando o sol brilha ou o vento sopra. Ainda assim, é possível fazer precisões com algum grau de certeza. O verdadeiro desafio é o fato de os sistemas de rede serem convencionalmente projetados para dependerem de geradores controláveis, ao invés de fontes intermitentes. Vários países da África subsariana podem ser capazes de ultrapassar este desafio recorrendo a projetos intencionais.

O consumo de eletricidade na maioria dos países da região atinge o seu pico à noite, ao passo que a produção de energia solar normalmente atinge o pico entre o início e o meio da tarde. Este desfasamento gera o risco de produzir mais energia do que a que será consumida (excesso de produção) em determinados momentos. Nestes casos, a produção de eletricidade seria cortada e não paga (imposição de restrições).

Observamos que, o principal desafio de um caminho de difusão de capacidade dominado por energias renováveis não é o custo económico, é a flexibilidade de sistema necessário para lidar com a intermitência e a variabilidade da energia solar e eólica. Para que haja uma elevada penetração das energias renováveis, é necessário haver um sistema energético habilitado com Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e outras tecnologias de rede inteligente, que permitam a monitorização do sistema em tempo real e o controlo remoto da tensão e das condições de fluxo de energia, que são essenciais para a resposta rápida que é necessária para lidar com a variabilidade do vento e do sol. Também requer uma gestão eficaz da rede que utilize agrupamentos de energia para permitir uma cooperação regional de longo alcance e a partilha da energia.

Por tudo isso, as infra-estruturas e os responsáveis pela gestão dos sistemas energéticos devem ser capazes de se adaptar e responder às mudanças nas condições em vários períodos de tempo. A flexibilidade da rede a curto prazo implica equilibrar a procura e a oferta ao longo dos minutos e horas do dia, sendo que a flexibilidade a longo prazo implica a alteração da capacidade de produção e transmissão ao longo dos anos de investimento. Como tal, torna-se fundamental aumentar a flexibilidade do sistema de energia elétrica para garantir a fiabilidade das operações a níveis de alta penetração de recursos renováveis variáveis. As fontes de flexibilidade incluem geradores despacháveis, maior capacidade de transmissão e acesso, áreas de equilíbrio de grande dimensão, cooperação regional, e gestão da procura e armazenamento.

A difusão da capacidade de produção centralizada não é a única forma de realizar a reforma energética na África subsariana. Os sistemas de energia fora da rede e distribuídos oferecem novas oportunidades para de suprir o défice de eletricidade. Historicamente, estes sistemas fora da rede têm sido alimentados a diesel, que comporta riscos de transporte em áreas remotas.

Hoje em dia, devido à natureza modular das energias renováveis, como a energia solar e as pequenas centrais hidroelétricas, a maioria dos sistemas fora da rede é alimentada a energia renovável. As melhorias ao nível do conhecimento e da gestão dos sistemas de distribuição elétrica facilitarão os recursos energéticos distribuídos (RED), como a energia solar PV instalada no topo das casas e comunitária, bem como os sistemas a baterias.

Os RED têm diversas vantagens em relação aos sistemas centralizados de rede, como perdas de potência reduzidas, design à escala e adequação às fontes de energia renováveis. Em particular, os RED têm potencial para atenuar as desigualdades sociais reforçadas pelas grandes redes centralizadas, e como tal é uma grande alternativa aos sistemas centralizados. Os RED, sob a forma de micro-redes, têm o potencial de ultrapassar este desafio e fornecer rapidamente energia às comunidades que não têm acesso à rede. Até hoje, o discurso sobre o acesso a eletricidade na África subsariana tem sido dominado por argumentos que contrapõem as soluções centralizadas, como a extensão da rede, às soluções descentralizadas, como as mini-redes.

Há quem argumente que as mini-redes não são capazes de fornecer níveis modernos e fiáveis de serviços energéticos, ao passo que outros defendem que a extensão da rede é demasiado lenta e dispendiosa para chegar à milhões de pessoas sem eletricidade. Estes argumentos “de tudo ou nada” baseiam-se no pressuposto desactualizado de que o fornecimento de eletricidade deve vir de uma produção centralizada em grande escala e de redes comissionadas pelos governos nacionais. Na realidade, para superar os índices crescentes de pobreza energética na região, é necessário implementar ambas as soluções, em simultâneo e em sinergia (Casillas & Kammen, 2010).

Assim, as micro-redes devem ser concebidas como uma medida provisória para a extensão da rede principal, com a duração de alguns anos, devendo ser perfeitamente integradas na rede principal quando esta chegar. A falta de integração destas poderá resultar em activos de energia ociosos, que impedirão os investidores de investir em pequenas empresas privadas de energia que possam ter a capacidade de chegar às regiões mais remotas. As empresas privadas de micro-redes precisam de ser apoiadas pelas empresas nacionais de distribuição de energia e pelos programas de eletrificação rural. Além disso, os países devem criar capacidade humana e favorecer a criação de emprego dando aos trabalhadores acesso a formação técnica em instalação e manutenção de micro-redes.

A narrativa em torno do défice de eletricidade na África subsariana tem sido dominada por perguntas desligadas. De onde deve vir o abastecimento, de combustíveis fósseis ou renováveis? Que escala de infra-estrutura deve ser implementada para chegar às populações sem ligação-extensões da rede centralizada ou sistemas distribuídos?

Em contrapartida, definimos o défice de eletricidade como um problema integral que envolve incompatibilidades de oferta-procura, desigualdades e decisões sobre o acesso a electricidade, em última análise, é um desafio técnico e social. Na nossa opinião, a abordagem convencional, que depende de combustíveis fósseis e extensões da rede, está a ser substituída por um novo paradigma baseado em recursos renováveis e tecnologias adequadas à escala. Estes

elementos estarão no centro das decisões públicas e privadas para capacitar a África subsariana nas próximas décadas.

5.2. Desafios

Os seguintes desafios são metas muito importantes para a reforma do setor de eletricidade na África subsariana e pretendem alcançar objetivos de acesso à energia e sustentabilidade em toda a região.

- Falta de capacidade do sistema (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M).
- Má gestão do setor (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M).
- Elevado índice de perdas no sistema. As perdas no sistema na região são o dobro da média mundial (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M).
- Dependência de grandes barragens (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M).
- Dependência dos combustíveis fósseis (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M).
- A utilização prolífica de carvão na África do Sul eletrificou a região, mas a sobrecarregou com graus significativos de poluição atmosférica e desafios em matéria de saúde pública (Avila, N., Carvalho, J P., Shaw, B. e Kammen, D.M)

É importante salientar que as energias renováveis não são a única solução, mas uma solução viável e no caso da África subsariana talvez mesmo inadiável tendo em conta os problemas energéticos que a região enfrenta. Nesta fase de “alargamento” de eletrificação da região, os hidrocarbonetos não devem ser excluídos da balança energética, mas devemos diminuir o consumo dos mesmos, porque atualmente estamos a viver uma crise ecológica por excesso de consumo dos recursos energéticos não renováveis. Não quer isto dizer que, devemos abdicar dos mesmos, mas encontrar o equilíbrio entre ambas as fontes energéticas, de forma a ter uma balança energética sustentável. É visivelmente nítido que um caminho com baixos gastos de energia é a melhor forma de alcançar um futuro energético sustentável.

As energias renováveis são um caminho energético seguro, saudável e economicamente viável, onde se apoie o progresso da população da região no presente e no futuro. Através da sua implementação será possível superar os problemas energéticos que a África subsariana enfrenta. O seu sucesso dependerá da vontade dos Governos, porque a região tem condições favoráveis para ter êxito na difusão e implementação desta forma de energia.

6. Referências bibliográficas

- Agência Internacional de Energia (2016). World energy outlook 2016. Paris
- Agência Internacional de Energia (2014). Africa energy outlook: A focus of energy prospects in sub-Saharan Africa. Paris.
- Africa's energy and climate opportunities: Africa progress report (2015). Geneva.
- African Development Bank (2013). The high cost of electricity generation in Africa. Championing Inclusive Growth Across Africa blog.
- Africa Progress Panel (2015). Power, people, planet: Seizing Africa's energy and climate opportunities: Africa Progress report 2015. Geneva.
- Afrobarometer (2016). AD75. Off-grid or "off-on": Lack of access, unreliable electricity supply still plague majority of Africans. <http://afrobarometer.org/publications/ad75-unreliable-electricity-supply-still-plague-majority-of-africans>. Last accessed 16 July 2021.
- Avila, N., Carvalho, J. P., Shaw, B. e Kammen, D.M, O Desafio energético na África subsariana: Guia para defensores e decisores políticos, Parte I: Produção de energia para um desenvolvimento sustentável e equitativo, Serie de compactos de imformação da Oxfam (2017).
- Bazilian, M., Nussbaumer, P., Rogner, H-H., Brew-Hammond, A., Foster, V., Pachauri S. (2012). Energy access scenarios to 2030 for the power sector in sub-Saharan Africa.
- Bento, Nuno., Borello, Mattia., Gianfrate Gianfrate. (2020). Market-pull policies to promote renewable energy: A quantitative assessment of tendering implementation.
- Bento, Nuno., Fontes, Margarida. (2019). Emergence of floating offshore wind and energy: Technology and industry.
- Bento, Nuno., Fontes, Margarida. (2019). Emergence of floating offshore wind energy, Technology and industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Bento, Nuno., Fontes, Margarida. (2015). Spatial diffusion and the formation of a technological innovation system in the receiving country: The case of wind energy in Portugal.
- Bergek, Anna., Jacobsson, Staffan & Sandén., Bjorn, A. (2008). Legitimation and development of externalities: two key processes in the formation phase of technological innovation systems.
- Bergek, Anna., Hekkert, Marko., Jacobsson, Staffan., Markard, Jochen., Sandén, Bjorn., Truffer, Bernhard. (2015). Technological innovation Systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics.

Boaventura, Chongo Cuamba., Cipriano, Amílcar dos Santos., Turatsinze, Ruth Henrique Jaime. (2013). Investment Incentives for Renewable Energy in Southern Africa: The case of Mozambique.

Bfarne, Steffen., Schmidt S, Tobias. (2015). A quantitative analysis of 10 multilateral development banks: investment in conventional and renewable power-generation technologies from 2006 to 2015.

Binz, Christian., Truffer, Bernhard. (2017). Global Innovation Systems- A Conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts.

Cassillas, CE., Kammen, D.M. (2010). The energy-climate-poverty nexus. Science.

Climate Vulnerable Forum. (2016). The CVF Vision. <http://www.thecvf.org/marakech-vision/>.

Castellano, A., Kendal, A., Nikamarov, M., & Swemmer, T. (2015). Brighter Africa: The growth potential of the sub-Saharan electricity sector. Mckinsey Report. <http://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/powering-africa>.

Castro, RMG. (2009). Energias Renováveis e Produção Descentralizada: “Introdução à Energia Eólica”. Março, (Edição 4).

Castro, Rui. (2003). “Condições Técnicas e Económicas de Produção em Regime Especial Renovável”. IST. Fevereiro, (Edição 3).

Castro, Rui. (1987). Controlo de Aerogeradores para Produção Descentralizada”. IST, junho.

Costa, L. Isabel (2004). Entre África e Europa: Cabo Verde e a sua Estratégia de Desenvolvimento.

Costa, Anildo. (2014). Relatório de Base para Cabo Verde inserido no Processo e Estratégia da CEDEAO (2014). Desenvolvimento da Agenda de Ação de Energia Sustentável para Todos (SE4ALL), dos Planos de Ação Nacionais de Energias Renováveis (PANER) e dos Planos de Ação Nacionais de Eficiência Energética (PANEE), Cabo Verde.

Binz, Christian., Truffer, Bernhard. (2017). Global Innovation Systems- A Conceptual Framework for Innovation Dynamics in Transnational Contexts.

Comunidade Económica dos Estados da África Central. (2021). Rapport: Adoption de la Feuille de Route pour la Promotion des Energies Renouvelables en Afrique Centrale et des Conclusions de l’Etude relative a la Mise en Place d’une Structure Dediee aux Energies Renouvelables et Efficacite Energetique de l’Afrique Centrale.

Cruz, Gustavo., Bezerra, Nathália V.S. (2017). Inovação em Energias Renováveis: Reflexões e Estudo de Prospecção Tecnológica.

Cuamba, B.C; Cipriano, A., & Turatsinze, R. (2013). Investment incentives for renewable energy in Southern Africa: the case of Mozambique. IISD Trade Knowledge Network (TKN). <https://www.iisd.org/tkn/research/pub.aspx>.

Direção Geral de Energia e Geologia. (2013). Renováveis. Estatísticas Rápidas. Nº 106, Lisboa.

Eiras, Rubén. (2013). Segurança Energética na CPLP: um Imperativo Estratégico, N136, 234-252.

Energia Portugal 2001 (2002). Direção-Geral de Energia e Centro de Estudos em Economia da Energia dos Transportes e do Ambiente (DGE e CEEETA), Lisboa, janeiro.

Freitas, C. J., Santos, J. A., Cândido, S. M., Ramos, D.P. (2015). Energias Renováveis, Clima e Mudanças Climáticas.

Godinho, Manuel., M, Caraça., J.M.G. (1988). Inovação tecnológica e difusão do contexto de economias de desenvolvimento intermédio.

International Renewable Energy Agency (2016). Solar PV in Africa: costs and markets, september.

Kohler, Jonathan., Geels, Frank W., Kern, Florian., Markard, Jochen. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions.

Kirshner, Joshua., Baker, Lacy., Smith, Adrian., Bulkeley, Harriet. (2019). A regimen in the making? Examining the geographies of Solar PV electricity in Southern Africa.

Lawson, Laté Ayao., Nguyen, Van Phu. (2021). Institutions and Geography: A “Two Sides of the Same Coin”. Story of Primary Energy Use in Sub- Saharan Africa.

Lima, Araujo R. (2012). Produção de Energias Renováveis e o Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise no Cenário da Mudança do Clima.

Markard, Jochen., Hoffmann, Volker H. (2016). Analysis of complementarities: Framework and examples from the energy transition.

Ministério do Turismo, Investimentos e Desenvolvimento Empresarial. Agenda de Ação para a Energia Sustentável para Todos. (2015) - Cabo Verde.

Ministério Turismo, Investimentos e Desenvolvimento Empresarial. (2011). Cabo Verde 50% Renovável. Um Caminho até 2020.

Ministério de Energias e Águas. X Conferência da Associação de Reguladores de Energia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Transição Energética e Desafios Regionais. (2019) - Luanda.

Ministério das Obras Públicas, Infraestruturas, Recursos Naturais e Ambiente (2021). Consultancy Services for Preparing Studies of STP Mini Hydropower Projects- Avaliação Ambiental Estratégica do Potencial Hidroelétrico em São Tomé e Príncipe.

Neto, João Agra. (2015). Políticas Públicas de Incentivo ao Desenvolvimento de Energia Eólica no Rio Grande do Norte, abril.

São Tomé e Príncipe (2020). Decreto-Lei nº1/2020. Aprova o Regulamento que estabelece o Regime Especial e Transitório para Aquisição de Energia com origem em Fontes Renováveis.

Steffen, Bjarne., Schmidt, Tobias S. (2018). A quantitative analysis of 10 multilateral development banks “investment in conventional and renewable power-generation technologies from 2006 to 2015.

Strambach, Simone., Pflitsch, Gesa. (2020). Transition topology: Capturing institutional dynamics in regional development paths to sustainability.

Tigabu, Aschalew Demeke. (2015). Analizando a Difusão e Adoção de Fontes Renováveis de Tecnologias de Energia em África: as Funções de Perspetivas dos Sistema de Inovação.

Tigabu, Aschalew Demeke (2015). Previsão Tecnológica e Mudança Social.

Relatório de Análise da Política Energética e Lacunas de Dados (2021). Planos de Ação para as Energias Renováveis e Eficiência Energética, em Suporte da Visão Nacional “São Tomé e Príncipe 2030: O País que Precisamos Construir”.

Universiteit Gent. (2017).

