



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA**

INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS

LIVYA WANA DUARTE DE SOUZA NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DO
PACÍFICO NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO NORDESTE DO
BRASIL**

ACARAPE - CEARÁ

2018

LIVYA WANA DUARTE DE SOUZA NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DO
PACÍFICO NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO NORDESTE DO
BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Orientador: **Prof.^a Dr.^a Silvia Helena Lima dos Santos.**

Co-orientador: **Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira**

ACARAPE - CEARÁ

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Nascimento, Livya Wana Duarte de Souza.

N193i

Influência da temperatura da superfície do mar do Pacífico na geração de energia eólica no nordeste do Brasil / Livya Wana Duarte de Souza Nascimento. - Acarape, 2018.
43f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Helena Lima dos Santos.

1. Energia eólica. 2. El Niño (Corrente Oceânica). I. Título

CE/UF/BSP

CDD 621.45

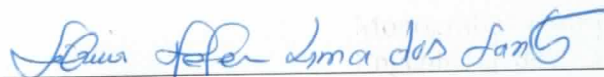
LIVYA WANA DUARTE DE SOUZA NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DA TSM DO PACÍFICO NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA
NO NORDESTE DO BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovado em 30/10/2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Sílvia Helena Lima dos Santos
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Bel. Antônio Duarte Marcos Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por todas vezes que Ele me deu forças e não permitiu que a minha vontade de desistir fosse maior que a de continuar. Gostaria de agradecer, meus pais Auri e Eleni, por sempre confiarem, me apoiarem e ajudarem na realização de todos os meus sonhos, amo vocês. Agradeço também minha irmã, Marian, sei que você gostaria de uma irmã mais presente. Agradeço a toda minha família, meus primos, primas, madrinhas, tios e tias, em especial a tia Ge, a tia Zu e a tia Aurinha, por sempre terem sido como mães pra mim. Agradeço também aos meus avós, Dona Geralda, Dona Dedé, meu avô Brioso (*in memoria*) e em especial meu avô Agostinho que nos deixou esse ano, mas que sempre torceu por mim, mesmo na sua simplicidade, sabia o quanto a educação era importante. Agradeço a Unilab e todos os seus funcionários, os professores do IEDS, em especial a professora Silvia, por toda a sua paciência e por ser essa mulher tão forte e humilde. Aos amigos do ensino médio, em especial Alan e Sharmenya. Ao projeto círculo de Leitura, que além de abrir novos horizontes, me permitiu conhecer pessoas incríveis. A Engene Jr, em especial aos diretores, Eric, Valdenusa, Carlos Augusto, Romário, por todas nossas idas até conseguir o CNPJ, sei hoje o quanto somos persistentes. Aos colegas da FUNCEME, foram dois anos de muito aprendizado e ajuda. Ao Clipe: Micael, Luis, Cinthia, Wellington, José Neto, em especial ao Duarte, por todos as vezes que me ajudou e me ouviu, sou muito grata a você. Também sou muito grata ao professor Cleiton, por todos os anos de confiança, e por muitas vezes acreditar mais em mim do que eu mesma, obrigada. As minhas amigas de casa, por todos esses anos dividindo contas e risadas, Audenira (Obrigada pela ajuda), Valdylene, Adline, Audeires, Adriana, Natália (você se tornou uma pessoa muito especial na minha vida), vocês estarão sempre no meu coração, sem esquecer de você Wanderson (sempre nos bons e maus momentos). Aos amigos das cococolas, Nilson, Maise, Cláudio, Bernalize, Léo, além da coca a ajuda de vocês foram importantes durante as várias disciplinas do curso. Robsson, você sempre será um amigo especial e minha melhor dupla de trabalho. Wyara e André, obrigada pelo coração nobre, ajuda e a amizade. Obrigada Witalo por ter estado comigo todo esse tempo, mesmo eu perdendo a paciência com sua demora em responder mensagens. Taylane, obrigada prima por ser o refúgio no meio dessa vida estudantil, são muitas histórias. Emylia e Hiliene, obrigada por cada conversa, cada sorvete, cada risada e o que um Villa Mix uniu, a distância não separe. Aos amigos e colegas conhecidos pela Unilab, em especial da minha turma 2013.1, da administração pública, da Matemática e todos do curso de Engenharia de energias que fizeram parte desses anos, obrigada pela convivência.

RESUMO

O trabalho objetiva-se a uma identificação sobre as regiões de maior intensidade e a verificação da relação entre a TSM (Temperatura da Superfície do Mar) e a intensidade do vento para produção de energia eólica, dessa forma auxiliando no planejamento energético, visto que uma das principais dificuldades da maior inserção de fontes renováveis na matriz energética é a falta de previsão dentro de um cenário. Para essa análise, foram utilizados os dados de ventos da reanálise mensal do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) no período de 1979 a 2009 e os dados de TSM do pacífico são disponibilizados pelo NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Extended Reconstruction SST no Nino3.4. Dentro dos valores de TSM são verificados os anos de El Niño, o mesmo é caracterizado como o aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico. A região de pesquisa foi o Nordeste brasileiro com enfoque para o litoral, dividido em duas áreas como litoral Norte e Leste. Para toda a região foram calculadas a intensidade do vento para uma média mensal do período. Para as duas áreas principais foram feitos gráficos para de distribuição de Weibull. As séries foram divididas para os meses SON, OND, NDJ, DJF, FMA, MAM, FMAM e JJA e com essa divisão calculou-se a correlação. Realizou-se também a comparação de densidade de potência entre anos de El Niño e anos considerados neutros. Os resultados mostraram uma possível correlação entre a geração de energia eólica e a TSM do pacífico para alguns das divisões dos meses. Essas informações podem ajudar no planejamento energético, buscando um melhor aproveitamento dos recursos renováveis para a sociedade.

Palavras-chave: Energia Eólica. Planejamento Energético. El Niño

ABSTRACT

The objective of this work is to identify the regions with the greatest intensity and to verify the relationship between the TSM (Sea Surface Temperature) and the wind intensity for wind energy production, thus helping in the energy planning, since one of the main difficulties of the greater insertion of renewable sources in the energy matrix is the lack of forecasting within a scenario. For this analysis, the monthly wind data from the Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) were used during the period from 1979 to 2009, and Pacific SST data are available from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Extended Reconstruction SST at Nino3 .4. Within the TSM values are verified the years of El Niño, the same is characterized as the anomalous warming of the waters of the Pacific Ocean. The research area was the Northeast of Brazil with a focus on the coast, divided into two areas such as the North and East coast. For the whole region the wind intensity was calculated for a monthly average of the period. For the two main areas graphs were made for Weibull distribution. The series were divided for the months SON, OND, NDJ, DJF, FMA, MAM, GEF and JJA, and with this division the correlation was calculated. A comparison of power density between years of El Niño and years considered neutral was also performed. The results showed a possible correlation between wind power generation and Pacific SST for some of the months divisions. This information can help in energy planning, seeking a better use of renewable resources for society.

Keywords: Wind Energy. Energy Planning. El Niño

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Oferta Interna de Energia	13
Figura 2- Geração Elétrica.....	14
Figura 3-Comparação Renovável e não renovável.....	14
Figura 4 - Matriz energética Mundial.....	16
Figura 5 -Capacidade Global para energia eólica.....	17
Figura 6 - Avanço dos aerogeradores	18
Figura 7- Geração Nordeste 2017.....	19
Figura 8 - Média de Potência para estados do Nordeste.....	19
Figura 9 - Divisão de áreas sobre a circulação dos ventos	21
Figura 10 - Ventos Alísios e ZCIT	22
Figura 11 - El Niño.....	23
Figura 12- La Niña	23
Figura 13 - Área de estudo	25
Figura 14 - Parques eólicos na Região	27
Figura 15 - Correlação 1º quadrimestre	29
Figura 16 - Correlação 2º quadrimestre	30
Figura 17 - Correlação 3º quadrimestre	31
Figura 18 - Gráfico Janeiro: Norte	32
Figura 19 - Gráfico Fevereiro: Norte.....	32
Figura 20 - Gráfico Março: Norte.....	32
Figura 21- Gráfico Abril: Norte	32
Figura 22 - Gráfico Maio: Norte.....	32
Figura 23 - Gráfico Junho: Norte	33
Figura 24- Gráfico Julho: Norte	33
Figura 25 - Gráfico Agosto: Norte	33
Figura 26 - Gráfico Setembro: Norte.....	33
Figura 27- Gráfico Outubro: norte	34
Figura 28 - Gráfico Novembro: Norte.....	34
Figura 29 - Gráfico Dezembro: norte	34
Figura 30 - Gráfico Janeiro: Leste.....	35
Figura 31 - Gráfico Fevereiro: Leste	35
Figura 32 - Gráfico Março: Leste	35
Figura 33 - Gráfico Abril: Leste.....	35
Figura 34-Gráfico Maio: Leste	36
Figura 35-Gráfico Junho: Leste.....	36
Figura 36-Gráfico Julho: Leste.....	36
Figura 37-Gráfico Agosto: Leste.....	36
Figura 38-Gráfico Setembro: Leste	36
Figura 39-Gráfico Outubro: Leste	36
Figura 40-Gráfico Novembro: Leste	37
Figura 41-Gráfico Dezembro: Leste.....	37
Figura 42 - Correlação (SON/OND)	38
Figura 43 - Correlação (NDJ/JFM)	38
Figura 44 - Correlação (FMA/MAM)	39
Figura 45 – Correlação (AMJ/JJA)	39

PRINCIPAIS ABREVIATURAS E SIGLAS

AMJ – Abril, Maio, Junho

CFSR - Climate Forecast System Reanalysis (Sistema de Reanálise de Previsão Climática)

DJF – Dezembro, Janeiro, Fevereiro

ENSO - El Niño-Oscilação Sul

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FMA – Fevereiro, Março, Abril

FMAM – Fevereiro, Março, Abril, Maio

GWEC - The Global Wind Energy Council

IRENA - Agência Internacional para as Energias Renováveis

JJA – Junho, Julho, Agosto

MAM – Março, Abril, Maio

MME - Ministério de Minas e Energia

NDJ – Novembro, Dezembro, Janeiro

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera)

OND - Outubro, Novembro, Dezembro

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

SON - Setembro, Outubro, Novembro

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

ZCIT - Zona de convergência Intertropical

REN21 – Renewable Energy Policy Network For The 21st Century (Rede de política de energia renovável para o século 21)

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Matriz Energética Do Brasil	13
3.2 Energias renováveis e desenvolvimento sustentável.	15
3.3 Energia eólica no mundo e no Brasil.....	16
3.4 Energia eólica no Nordeste.....	19
4.1 Climatologia do Nordeste.....	20
4.2 Comportamento da precipitação e do vento.....	20
4.3 Ventos alísios e Zona de convergência Intertropical (ZCIT).....	21
4.4 El Niño e La Niña.....	22
5.1 Análise Estatística para a Intensidade do Vento.....	24
5 METODOLOGIA	25
5.1 Caracterização da área de estudo.....	25
5.2 Dados Utilizados.....	26
5.3 Análise de Potencial eólico	26
5. 4 Correlação	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1 Caracterização da intensidade do vento no Nordeste.....	29
6.2 Análise da Correlação entre TSM e Intensidade do vento.....	37
6 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

As energias renováveis são vistas como uma alternativa para substituir o uso de combustíveis fósseis, por serem provenientes de ciclos naturais, como a utilização da radiação solar, dos ventos, da água tanto em hidrelétricas como a maremotriz. Segundo dados do balanço energético nacional - BEN (2017) as fontes renováveis representam 81,7% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável. O consumo teve uma queda de 0,9%, principalmente nas residências. O setor industrial registrou uma queda de 1,3% no consumo eletricidade em relação ao ano anterior, apenas alguns setores apresentaram uma variação positiva como os de papel e celulose com 4,7% e de alimentos e bebidas com 3,2%.

A utilização do vento como fonte de energia torna-se uma alternativa na área das renováveis. A energia eólica tem seu aproveitamento ocorrendo através da conversão da energia cinética de rotação, com o emprego do aerogerador, cujo eixo é acoplado a um gerador, para a produção de energia elétrica, ou através de cata-ventos e moinhos para trabalhos mecânicos, como bombeamento de água (FERREIRA, 2008).

A energia eólica pode ser influenciada por diversos fatores, como no caso do El Niño e a La Niña, caracterizado pela ocorrência de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial central e leste anormalmente positivas (El Niño) em uma fase e negativas (La Niña) (NOBREGA;SANTIAGO,2014).

O Brasil com sua matriz energética renovável, é um dos 10 países com maior potência instalada de energia eólica. O Nordeste Brasileiro tem uma faixa de litoral extensa que é um ambiente muito propício para as instalações de parques eólicos, devido aos bons ventos da região. A geração para o Nordeste já bate recordes de atendimentos de carga que ultrapassam os 70%. O dado mais recente de recorde da região foi 75% da demanda atendida pela energia eólica, com geração média diária de 7.716 MW e fator de capacidade de 77%. (ABEEÓLICA,2018)

Como é falado pela Associação brasileira de energia eólica – ABEEólica (2018) utilização da energia eólica é uma realidade, porém é necessária uma maior conscientização política, com medidas de apoio e incentivem o desenvolvimento sustentável. O estudo sobre esses fatores pode ajudar no planejamento do setor energético, visto que o mesmo é fundamental para assegurar a continuidade do abastecimento e/ou

suprimento de energia ao menor custo, com o menor risco e com os menores impactos socioeconômicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O principal objetivo do trabalho é uma identificação sobre as regiões de maior intensidade e a verificação da relação entre a TSM (Temperatura da Superfície do Mar) e a intensidade do vento para produção de energia eólica, dessa forma auxiliando no planejamento energético.

2.2 Objetivos específicos

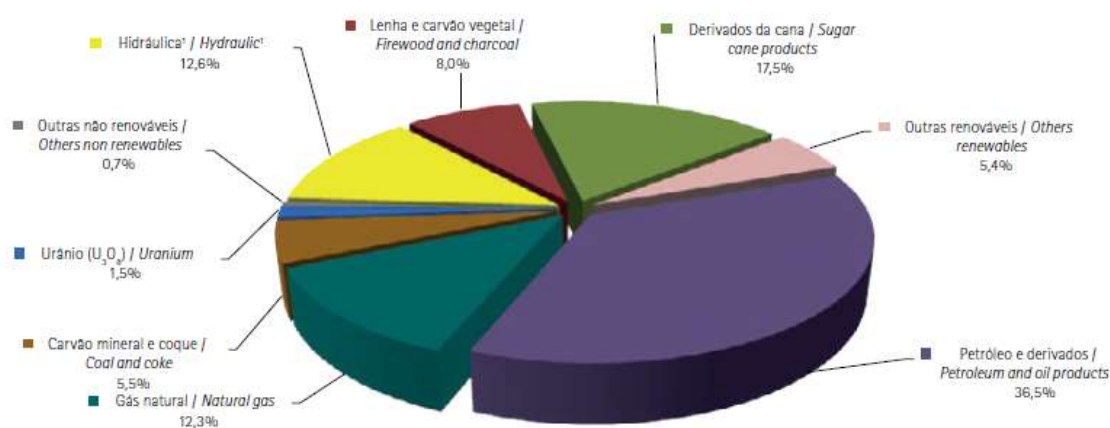
- Elaboração de mapas de intensidade do vento para o nordeste.
- Análise do comportamento da distribuição de Weibull para áreas específicas.
- Elaboração de mapas de correlação entre TSM e intensidade do vento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Matriz Energética Do Brasil

O Brasil possui uma matriz energética variada, no qual as fontes renováveis se sobrepõem às não renováveis. Ao analisar-se a Figura 1, obtida do Balanço Energético Nacional (BEN) (2017) que mostra a contribuição de cada fonte na matriz energética nacional, a oferta de petróleo e derivados chega a 36,5%, seguida pelos derivados de cana com 17,5% e pela hidráulica e gás natural com cerca de 12%.

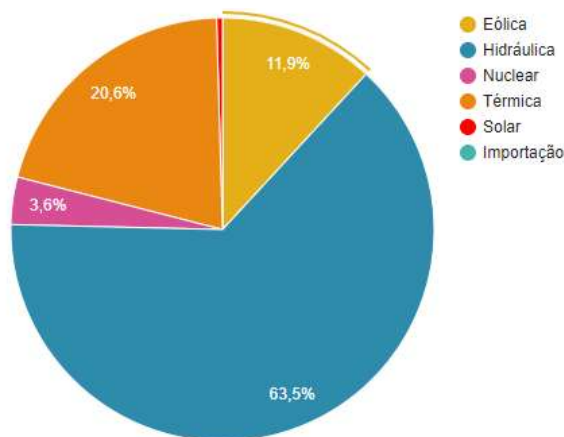
Figura 1 – Oferta Interna de Energia



Fonte: EPE (2017)

Mesmo com a grande presença de petróleo e derivados na oferta interna de energia, pode-se observar que as renováveis ocupam uma maior parte da matriz. A Figura 2 mostra segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) a contribuição de cada fonte energética no total de eletricidade produzido no país. Pode-se observar que o setor elétrico brasileiro é majoritariamente dependente de fontes renováveis de energia tendo apenas 20,6% do total proveniente de termelétricas. As hidrelétricas ainda são as maiores contribuintes do setor elétrico nacional, contudo eólica e solar tem tido rápida expansão e hoje já correspondem a cerca de 12% da capacidade instalada do setor. (ONS, 2018).

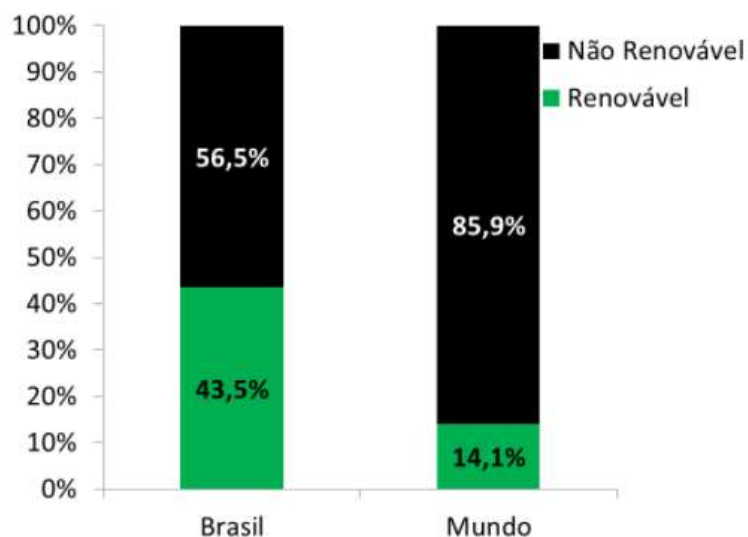
Figura 2- Geração Elétrica



Fonte: ONS (2018)

Fatores como crise na produção de combustíveis fósseis e mudanças climáticas, fazem com que as fontes renováveis ganhem mais espaço na matriz energética tanto no Brasil quanto no mundo (LIMA,2012). Na figura 3, obtida pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), comparando-se o consumo de energia, proveniente de fontes renováveis e não renováveis, no Brasil e no mundo percebe-se que o Brasil tem sua matriz energética mais renovável do que a média mundial.

Figura 3-Comparação Renovável e não renovável



Fonte: EPE (2017)

Segundo Lima (2012) a utilização de uma matriz energética variada e acima de tudo de uma matriz efetivamente limpa é uma das funções da Política Energética Nacional

e da Política Nacional Sobre Mudança do Clima. Tais políticas fomentam a introdução e a manutenção do mercado de energias renováveis no mercado brasileiro.

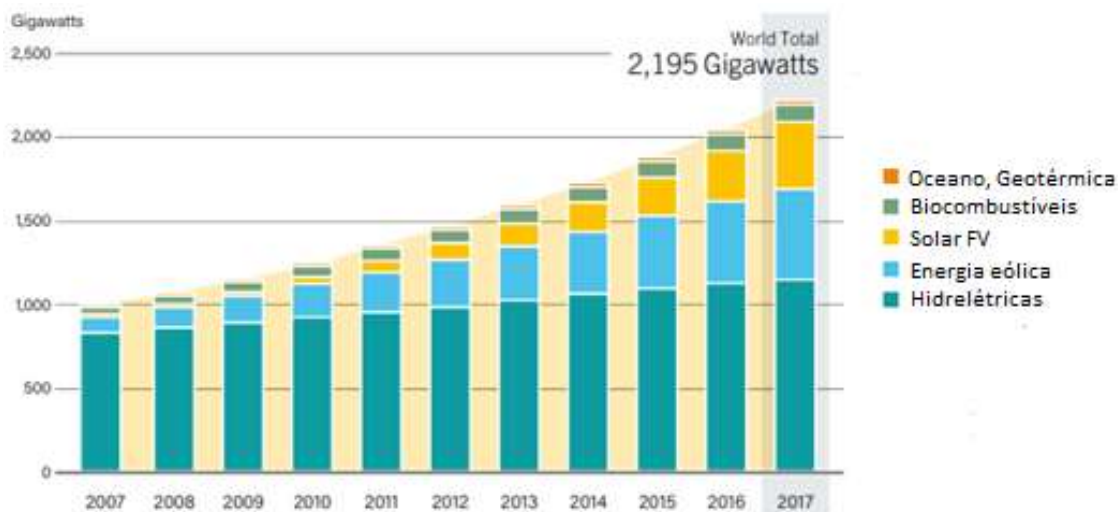
3.2 Energias renováveis e desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável é definido como, segundo o relatório “Nosso Futuro Comum” de 1987, desenvolvido pela Comissão Brundtland, como: “o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.” (ONU, 2018)

A crescente preocupação com um desenvolvimento sustentável fez com que o mundo se voltasse para formas de produção de energia a partir de fontes renováveis. Existem diversas fontes de energia alternativas, porém, custo e minimização de impactos são dois fatores que influenciam sua expansão. De acordo com Lima (2012) desenvolvimento sustentável não significa que um país não possa se desenvolver, mas pede que esse desenvolvimento seja o mais sustentável possível.

Na Figura 4, obtida pelo REN21 (2018), tem-se uma representação da capacidade instalada de fontes renováveis no mundo. Percebe-se o crescente aumento da capacidade instalada para fontes alternativas como solar fotovoltaica e energia eólica. As hidrelétricas não apresentam taxa de crescimento tão expressiva quando as demais, porém mantêm-se com a maior participação. O aumento da capacidade instalada influencia também a geração de empregos, de acordo com o relatório “Energia Renovável e Emprego – Revisão Anual 2017”, da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA), o setor de energia renovável empregou 9,8 milhões pessoas, direta e indiretamente. A maioria dos empregos se concentra na China, Brasil, Estados Unidos, Índia, Japão e na Alemanha.

Figura 4 - Matriz energética Mundial



Fonte: REN21(2017)

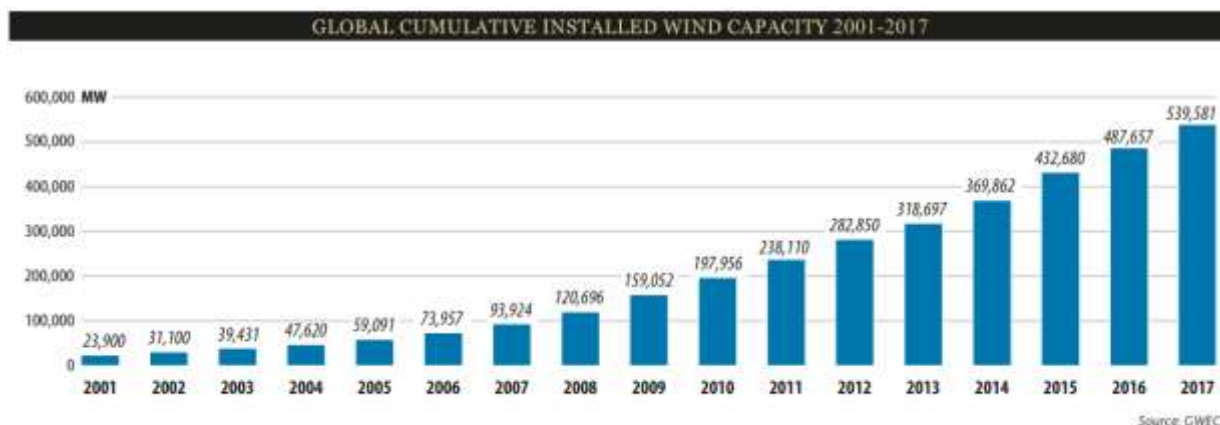
No Brasil é crescente, dentro das fontes renováveis, a participação de micro e mini geração distribuída, onde painéis fotovoltaicos ou pequenos aerogeradores são instalados nas residências. Em 2016, a mesma atingiu 104,1 GWh com uma potência instalada de 72,4 MW, onde a energia solar fotovoltaica atingiu a marca de, 53,6 GWh de geração e 56,9 MW de potência instalada. (EPE, 2017)

3.3 Energia eólica no mundo e no Brasil

A energia eólica é uma fonte renovável que aproveita a força dos ventos. Mesmo sendo uma fonte renovável, a mesma não está totalmente livre de causar impactos ambientais. Esse tipo de energia começou a se desenvolver fortemente na Dinamarca nos anos 80 com turbinas de capacidade de (30 – 50) kW. A energia eólica pode ser utilizada em locais distantes da rede elétrica convencional, e também em grandes parques gerando assim uma energia “limpa”.

De acordo com os dados do Conselho Global de Energia Eólica (*The Global Wind Energy Council – GWEC*) através do relatório “Global Wind Statistics 2017”, a capacidade mundial de produção de energia eólica acumulada é crescente, como pode ser visto na figura 5, aonde, para o ano de 2017, a capacidade chegou a mais de 539 GW mostrando que em 17 anos a capacidade instalada cresceu 22,6 vezes.

Figura 5 -Capacidade Global para energia eólica



Fonte: GWEC (2017)

Dentro do contexto mundial o Brasil é um país de grande potencial, que de acordo com o GWEC (2017) está em 8º lugar no ranking mundial em capacidade instalada com a potência de 12,763 MW, ficando à frente de países como Canadá e Itália, a liderança do ranking fica com a China que possui 188,232 MW instalados.

No Brasil comparado com 2015, a produção de eletricidade, a partir da fonte eólica, em 2016 aumentou 54,9% alcançando 33.489 GWh. Nesse mesmo ano a potência instalada para geração eólica expandiu 33%. (EPE, 2017)

Através do boletim “Energia Eólica no Brasil e Mundo” elaborado pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia (MME), são observadas na tabela 1 a potência instalada e a geração de energia eólica. Na mesma destaca-se para os estados o Rio Grande do Norte, Bahia e o Rio Grande do Sul.

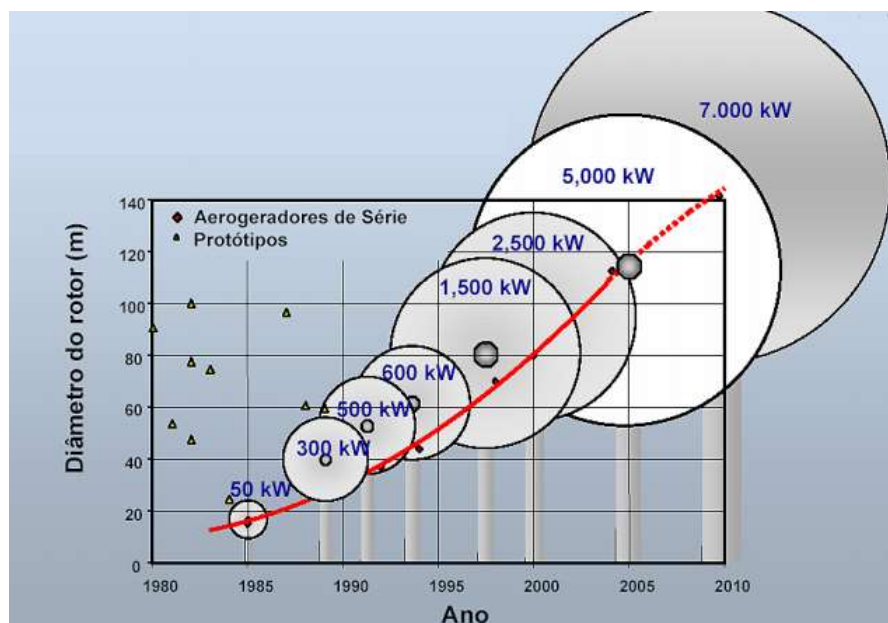
Tabela 1 - Geração e Potência Para Energia Eólica

ESTADO	GERAÇÃO (GWh)	POTÊNCIA INSTALADA(MW)
RN	11616	3312
BA	6295	1750
RS	4671	1619
CE	4956	1539
PI	3133	885
PE	2238	648
SC	283	243
PB	163	69
SE	63	35
RJ	68	28
PR	3	3

Fonte: Adaptado pelo autor de MME (2018).

É possível observar a expansão da energia eólica também através da evolução dos aerogeradores. Na figura X tem-se a potência dos aerogeradores desde de 1985, onde a potência era de 50 kW, tendo um aumento enorme nas últimas décadas. São poucos os fabricantes de aerogeradores de grande porte, os 15 maiores fabricantes detêm 82% do mercado mundial. (BEZERRA;SANTOS, 2017)

Figura 6 - Avanço dos aerogeradores



Fonte: BEZERRA; SANTOS apud Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL (2009).

3.4 Energia eólica no Nordeste

O Nordeste se caracteriza por ser uma região de alto potencial eólico, devido sua abrangente área litorânea e com isso já conta com uma grande quantidade de parques eólicos.

Na figura 7, tem-se os valores de geração de energia eólica para o Nordeste em 2017. Como pode ser observado para o ano de 2017, os meses de maior geração estão presentes no segundo semestre do ano, chegando a um valor de geração de quase 4500GWh em setembro. (ONS,2018)

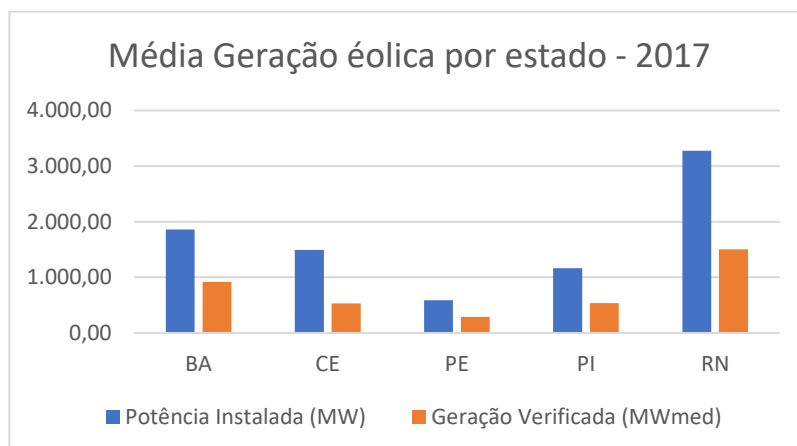
Figura 7- Geração Nordeste 2017



Fonte: Adaptado pelo Autor de ONS (2018)

Os principais estados do Nordeste na geração de energia eólica são Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí, os outros estados têm uma parcela pequena no número de instalações. Na figura 8 observa-se, para os principais estados geradores do Nordeste, a comparação entre potência instalada e geração eólica para o ano de 2017, os dados foram obtidos através do boletim mensal de geração eólica disponibilizado pelo ONS.

Figura 8 - Média de Potência para estados do Nordeste



Fonte: Adaptado pelo autor de ONS (2018)

4.1 Climatologia do Nordeste.

A região do Nordeste Brasileiro corresponde a cerca de 18,2% do território nacional, o mesmo contém a maior parte do Semiárido brasileiro, que tem como característica o balanço hídrico negativo, onde as precipitações médias anuais são inferiores a 800mm, insolação média de 2800 h/ano, evaporação de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. (MOURA *et al*, 2007)

4.2 Comportamento da precipitação e do vento

A precipitação influencia em vários pontos importantes para o cotidiano, como na geração de energia, na agricultura e no consumo humano. A região Nordeste como um local de semiárido tem características como forte insolação e baixo volume de chuvas.

A maior parte da precipitação geralmente ocorre em três meses, com precipitação média anual de 800 mm.

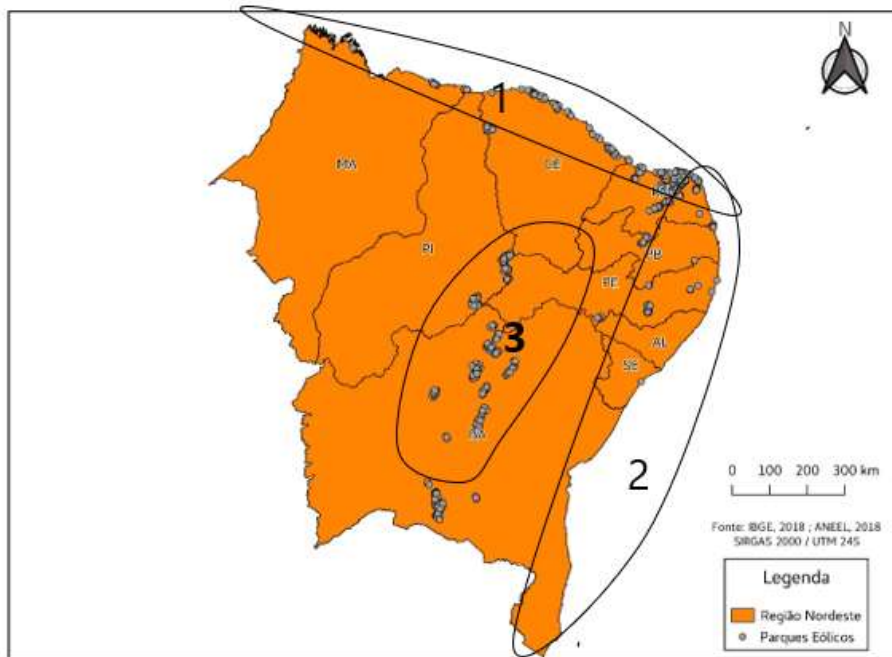
De acordo com Silva *et al* (2017) existem cerca de seis sistemas atmosféricos que produzem as precipitações no Nordeste, são elas, as frentes frias vindas do Sul; as ondas de Leste; os ciclones na média e na alta troposfera, as brisas terrestres e marítimas; as oscilações de 30-60 dias e a ZCIT (Zona de convergência Intertropical). A última será vista melhor no próximo tópico.

O comportamento do vento, pode ser visto como algo que caracteriza uma região e que está ligado a geração de energia. No Nordeste o seu comportamento pode ser analisando por áreas, e pode-se perceber as diferenças de comportamentos e influências nos ventos por região. A área 1 compreende o litoral do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, de acordo com Silva (2003) os ventos são influenciados pelo ciclo anual de posição e intensidade da ZCIT e pelas fortes ocorrências de brisas marítimas. O litoral do Maranhão possui intensidade de vento mais amena, enquanto as outras regiões do litoral possuem um regime de ventos variando entre 7,5 a 9,5m/s para uma altura de 50m.

A área 2, que compreende o litoral dos outros estados do Nordeste, é caracterizada pela diminuição dos ventos, ocasionado pela combinação de três fatores, uma redução na intensidade dos ventos alísios, ocorrência de brisas marítimas mais fracas e a ação de frentes frias remanescentes em alguns meses dos anos. (SILVA, 2003)

A região 3, é caracterizada por uma área de serras, chapadas e elevadas montanhas. Os ventos são mais intensos nessa região, porém são mais turbulentos e com dispersão da ocorrência de ventos maiores que a região litorânea. (SILVA, 2003) (Na Figura 9, encontra-se a representação para cada área.

Figura 9 - Divisão de áreas sobre a circulação dos ventos



Fonte: Autor (2018)

4.3 Ventos alísios e Zona de convergência Intertropical (ZCIT)

Os ventos alísios são ventos constantes que provém de áreas de alta pressão (dispersoras de vento) para área de baixa pressão (receptora de ventos). (TORRES; MACHADO, 2008) Na figura 10, pode-se observar o comportamento dos ventos alísios. Eles partem das zonas subtropicais em direção à zona equatorial, no hemisfério Norte sopram de Nordeste para Sudoeste, no hemisfério Sul sopram de sudeste para noroeste. (TORRES; MACHADO, 2008)

Figura 10 - Ventos Alísios e ZCIT



Fonte: PENA (2018)

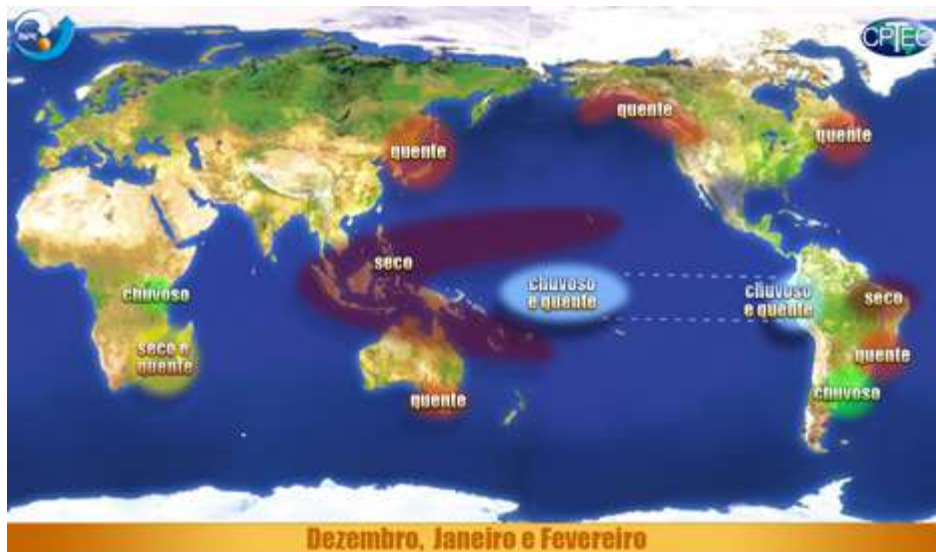
A partir do conceito de ventos alísios pode-se compreender a ZCIT, que é formada pela confluência do hemisfério norte e do hemisfério sul. A formação de nuvens a partir da ZCIT se dá após o vapor d'água subir na atmosfera e se resfriar e condensar. É um fator determinante de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil (FERREIRA; MELLO, 2005). Além de influenciar em precipitações em outros continentes como asiático, americano e africano.

4.4 El Niño e La Niña

Para o entendimento sobre o El Niño e La Niña, é preciso compreender o ciclo padrão ENSO (*El Niño-Oscilação Sul*), o mesmo é um dos fenômenos climáticos mais importantes da Terra devido à sua capacidade de alterar a circulação atmosférica global, pode estar em um dos três estados: El Niño, Neutro e La Niña. (CLIMATE,2016). E pode ocasionar influência sobre a temperatura e precipitação no planeta.

O El Niño se caracteriza pelo o aquecimento das águas do oceano pacífico, através de interação climática oceânica-atmosférica, e foi percebido a primeira vez em 1600 por pescadores na costa da América do Sul que perceberam esse aquecimento das águas do Pacífico. (oceanservice,2018). O mesmo pode interferir em padrões de ventos, alteração de regime de chuvas em regiões tropicais, assim alterado o clima global e regional. Na figura 11 pode se verificar o que o El Niño ocasiona em algumas áreas do mundo nos meses de dezembro-janeiro-fevereiro. (INPE,2018). Na figura 11 é possível perceber que os efeitos para o Brasil são seco no Nordeste e quente mais ao Sul.

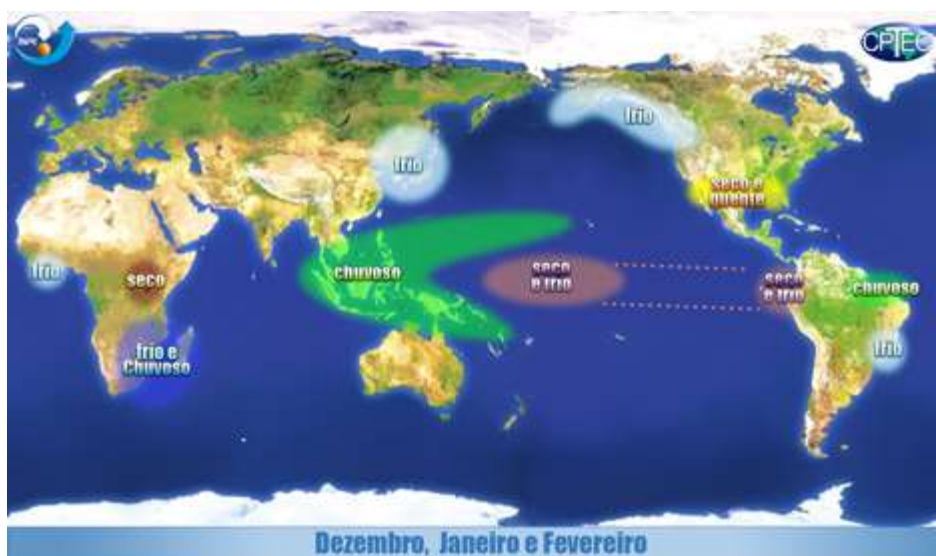
Figura 11 - El Niño



Fonte: INPE (2018)

No caso de La Niña o que ocorre é o oposto, as águas do Oceano Pacífico tropical ficam mais fria que a média, com ventos superficiais mais fortes que o normal em todo o Pacífico. (OCEANSERVICE, 2018). Na figura 12, tem-se as influências da La Niña no Globo, a maioria dos impactos são opostos ao El Niño, porém em caso de El Niño muito forte ou por muito tempo, os efeitos da La Niña não são sentidos nas regiões. Para o Brasil no caso de La niña tem-se um Nordeste Chuvoso e um Sul frio, porém a influência no Nordeste não é tão significativa, principalmente se a La Niña for após El Niño muito forte.

Figura 12- La Niña



Fonte: INPE (2018)

5.1 Análise Estatística para a Intensidade do Vento

Para a implantação de um parque eólico é necessário conhecer características do vento, é preciso ter conhecimento de velocidade média, além de outras grandezas. Esses pontos de características determinam o melhor local para instalação.

Inúmeros modelos estatísticos têm sido utilizados com o intuito de descrever o comportamento da distribuição da velocidade do vento. Um dos modelos mais utilizados é a distribuição de Weibull, este modelo foi proposto originalmente por W. Weibull (1954) em estudos relacionados ao tempo de falha devido a fadiga de metais.

A distribuição da probabilidade de Weibull leva em conta o desvio padrão, a velocidade média e dois parâmetros: o fator de forma (k) e fator de escala (c). Para encontrar o valor de k, é necessário saber velocidade média e desvio padrão. Para saber o valor de c é utilizado uma função gama (Γ). Como é proposto por Weisser (2003):

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1,086} \quad (1)$$

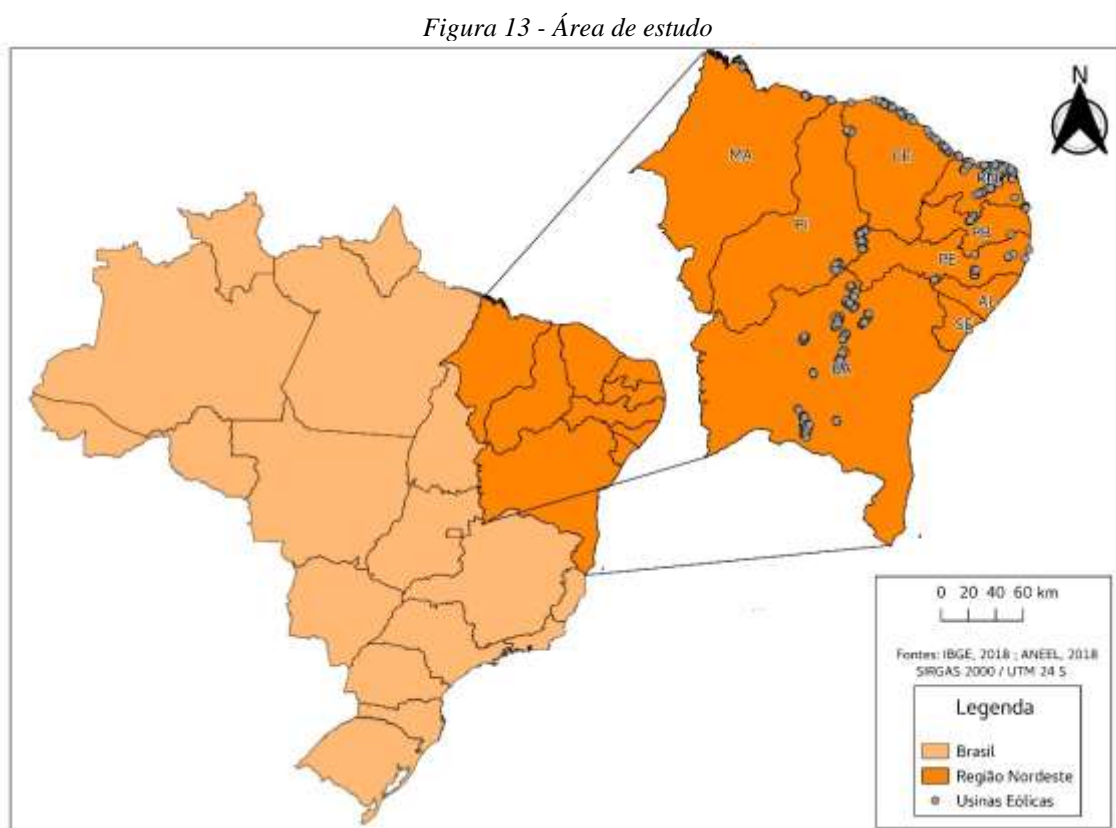
$$c = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \quad (2)$$

5 METODOLOGIA

5.1 Caracterização da área de estudo

A região do nordeste brasileiro (figura 13) é compreendida por nove estados, com uma extensão de 1.561.177,8 km², está situada no extremo leste da América do Sul, é banhada ao norte e a leste pelo Oceano Atlântico, ocupando a posição norte-oriental do País, entre 1° e 18° 30' de latitude sul e 34° 20' e 48° 30' de longitude Oeste. (FREIRE *et al*, 2011)

Na figura 13, tem-se o mapa de localização do Nordeste. No mapa é possível verificar os pontos de localização de parques eólicos.



Fonte: Autor (2018)

5.2 Dados Utilizados

Utilizou-se dados do CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*), os quais são disponibilizados os ventos zonal e meridional para a América do Sul a uma altura de 10m para o período de 1979 a 2009. Os dados de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do pacífico foram disponibilizados pelo NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) *Extended Reconstruction SST* no Nino 3.4.

As séries da TSM foram divididas em trimestres iniciando em setembro de um ano até agosto do ano seguinte: SON (setembro, outubro, novembro), OND (outubro, novembro, dezembro), NDJ (novembro, dezembro, janeiro), DJF (dezembro, janeiro, fevereiro), FMA (fevereiro, março, abril), MAM (março, abril, maio), JJA (junho, julho, agosto). Em anos de El Niño os valores das séries são negativos, em anos de La Niña os valores são positivos.

5.3 Análise de Potencial eólico

A partir dos dados dos dados do CFSR foram elaborados mapas de intensidade do vento para o Nordeste, com o objetivo de compreender melhor o comportamento do vento na região. Os mapas foram feitos de acordo com a média mensal entre os anos de estudo.

No intuito de obter melhor as características do potencial eólico os dados foram extrapolados para uma altura de 50m, utilizou-se a formulação matemática (QUASCHNING, 2005):

$$\frac{V_1}{V_2} = \ln\left(\frac{H_1}{Z_0}\right) / \ln\left(\frac{H_2}{Z_0}\right) \quad (3)$$

Onde:

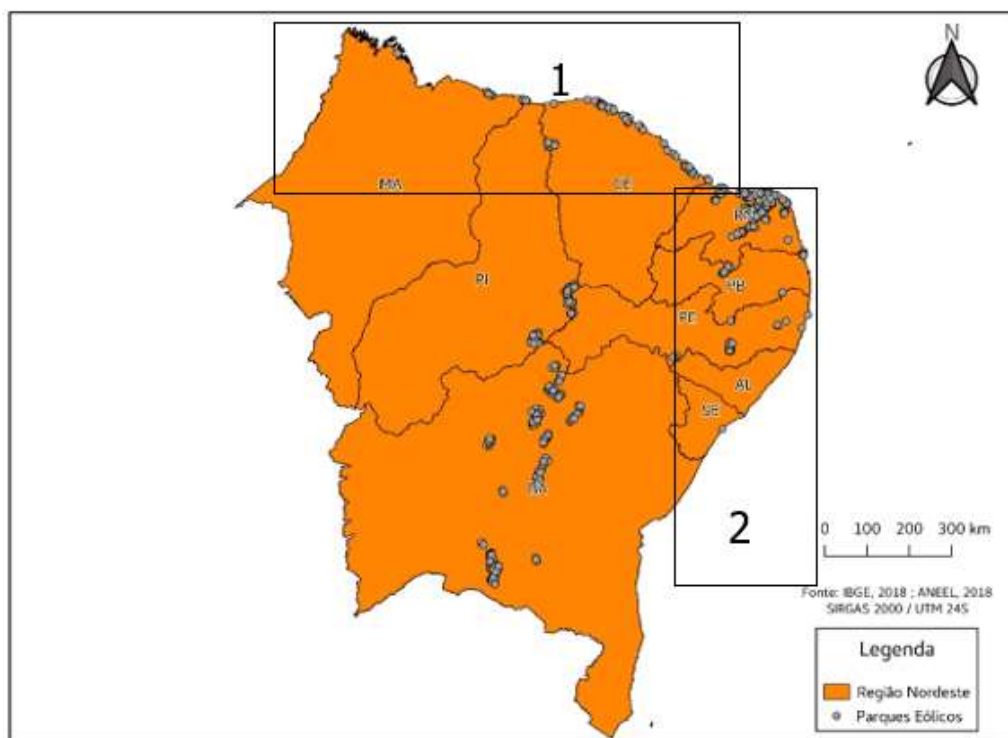
- H1= altura do solo no ponto 1(m);
- H2= altura do solo no ponto 2 (m);
- V1= velocidade do vento no ponto 1(m);
- V2= velocidade do vento no ponto 2(m);
- Z0= rugosidade do terreno.

Após a extrapolação foi utilizado o índice estatístico de densidade de probabilidade de Weibull, que de acordo com Fadigas (2011) requer o conhecimento de dois parâmetros: k , fator de forma, e c , fator de escala. Esses parâmetros são função da velocidade média (\bar{V}) e o desvio padrão (σ^2). A função densidade de probabilidade de Weibull é definida pela seguinte equação:

$$p(v) = \left[\frac{k}{c}\right] x \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (4)$$

O índice foi calculado somente para o litoral norte, quadrado 1 e leste do Nordeste, quadrado 2, dividido conforme a figura 14, devido a presença de parques eólicos ser maior nessa área, como pode ser visto na figura.

Figura 14 - Parques eólicos na Região



Fonte- Autor (2018)

5.4 Correlação

Para alguns dos trimestres foi realizado mapas de correlação entre a TSM do Pacífico e a intensidade do vento. A correlação serve para verificar se existe uma relação entre essas duas variáveis. É um índice adimensional, onde os valores variam entre -1 e 1. Onde 1, significa uma correlação perfeita. -1, uma correlação negativa perfeita, onde as

variáveis da correlação são inversas, um aumenta enquanto a outra diminui. Para o caso de 0, significa que pode ser uma outra dependência não linear. O coeficiente da correlação de Pearson, foi desenvolvido por Karl Pearson pode ser calculado pela equação abaixo:

Equação 5 - coeficiente da correlação de Pearson

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Fonte: Figueiredo Filho e Júnior (2009)

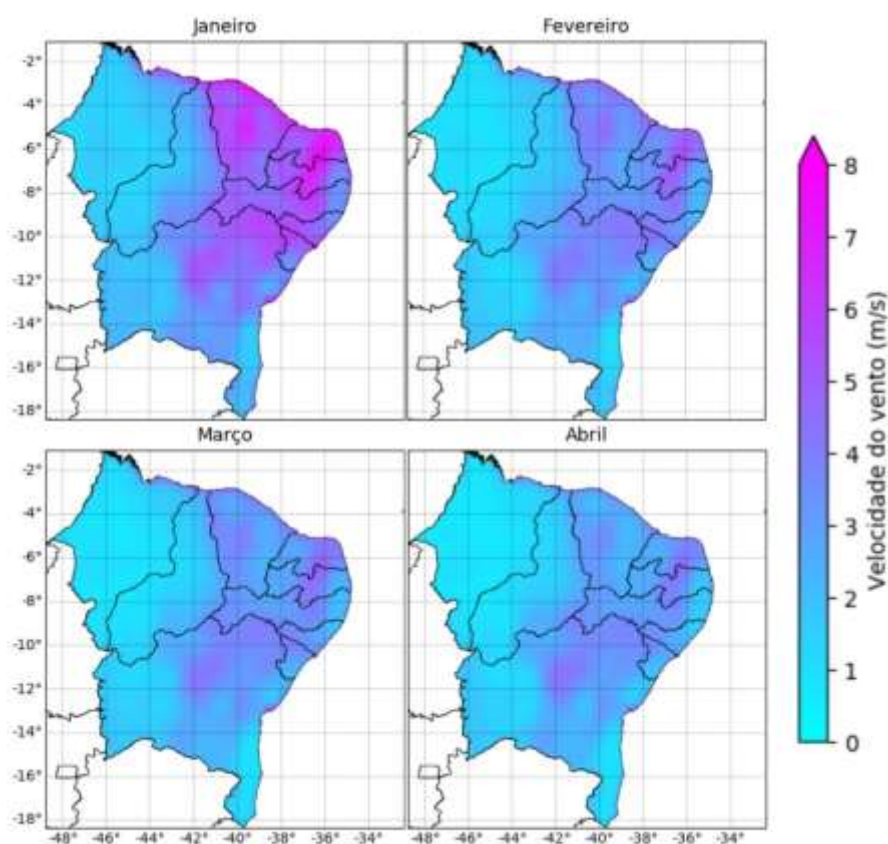
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização da intensidade do vento no Nordeste

Com os dados utilizados foram elaborados mapas de intensidade do vento mensal, com o intuito de verificar a situação do Nordeste. Nos mapas das figuras, é possível observar intensidade maior, principalmente no litoral, justificado pela influência dos ventos alísios de leste e brisas terrestres e marinhas. Essa combinação das brisas com os alísios resulta na maior ocorrência de ventos médios anuais na parte dos litorais do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. As velocidades são maiores nessa parte principalmente ao fato dos ventos alísios se tornarem mais fortes à medida que se afastam da Zona de Convergência Intertropical e dado que as brisas marinhas são significativamente acentuadas ao sul dessa região em função dos menores índices de vegetação e de umidade do solo. (TOLMASQUIM, 2016).

Existe variação sazonal da intensidade dos ventos, onde para os meses de junho a novembro há ocorrência de ventos mais intensos e a partir de dezembro a intensidade decresce.

Figura 15 – Intensidade do vento para meses do 1º quadrimestre



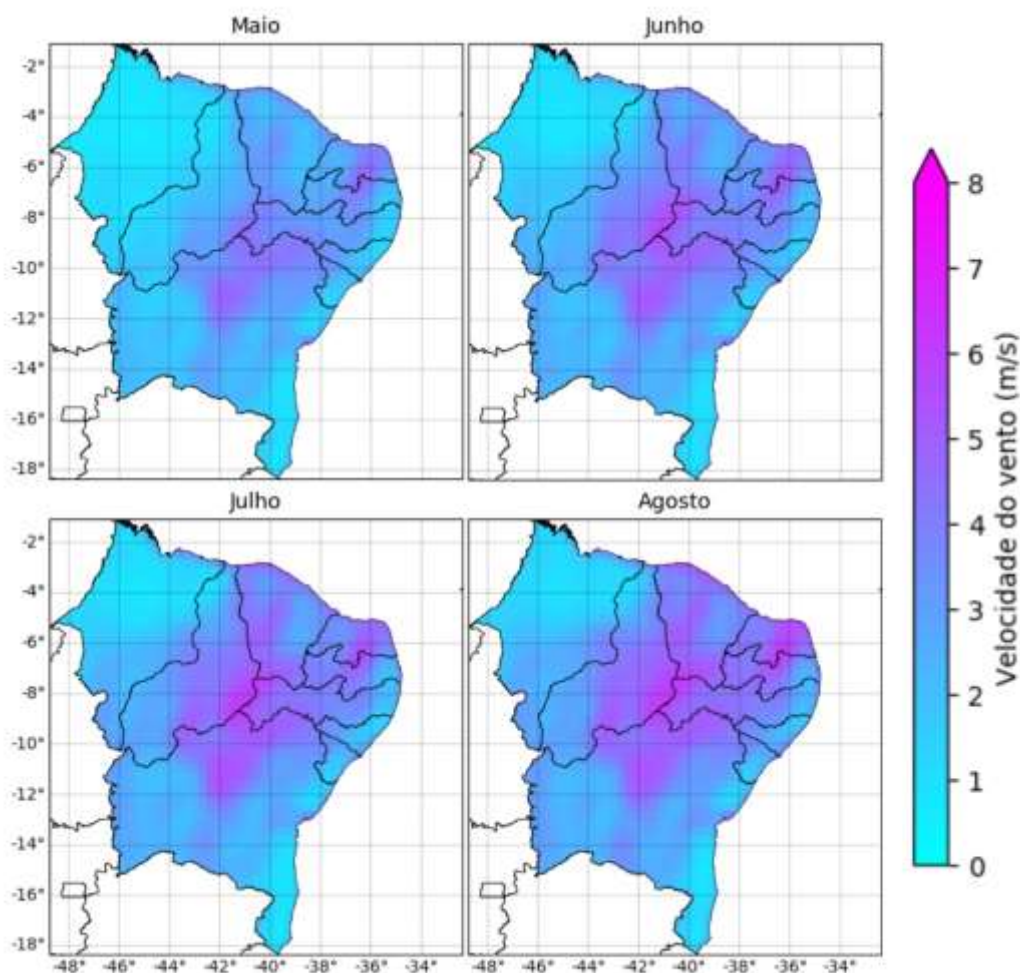
Fonte: Autor (2018)

Os quatro primeiros meses do ano, incluem-se para o Nordeste como meses do período da quadra chuvosa, para esses quatro primeiros mapas, nota-se que março e abril são meses de menor intensidade do vento no Nordeste. A variação nesses meses chegam a pouco mais de 5m/s em alguns pontos dos mapas.

Observa-se que a partir do mês de junho o valor da intensidade aumenta principalmente na região de encontro entre Piauí, Ceará, Pernambuco e Bahia, com valores chegando a pouco mais de 7m/s.

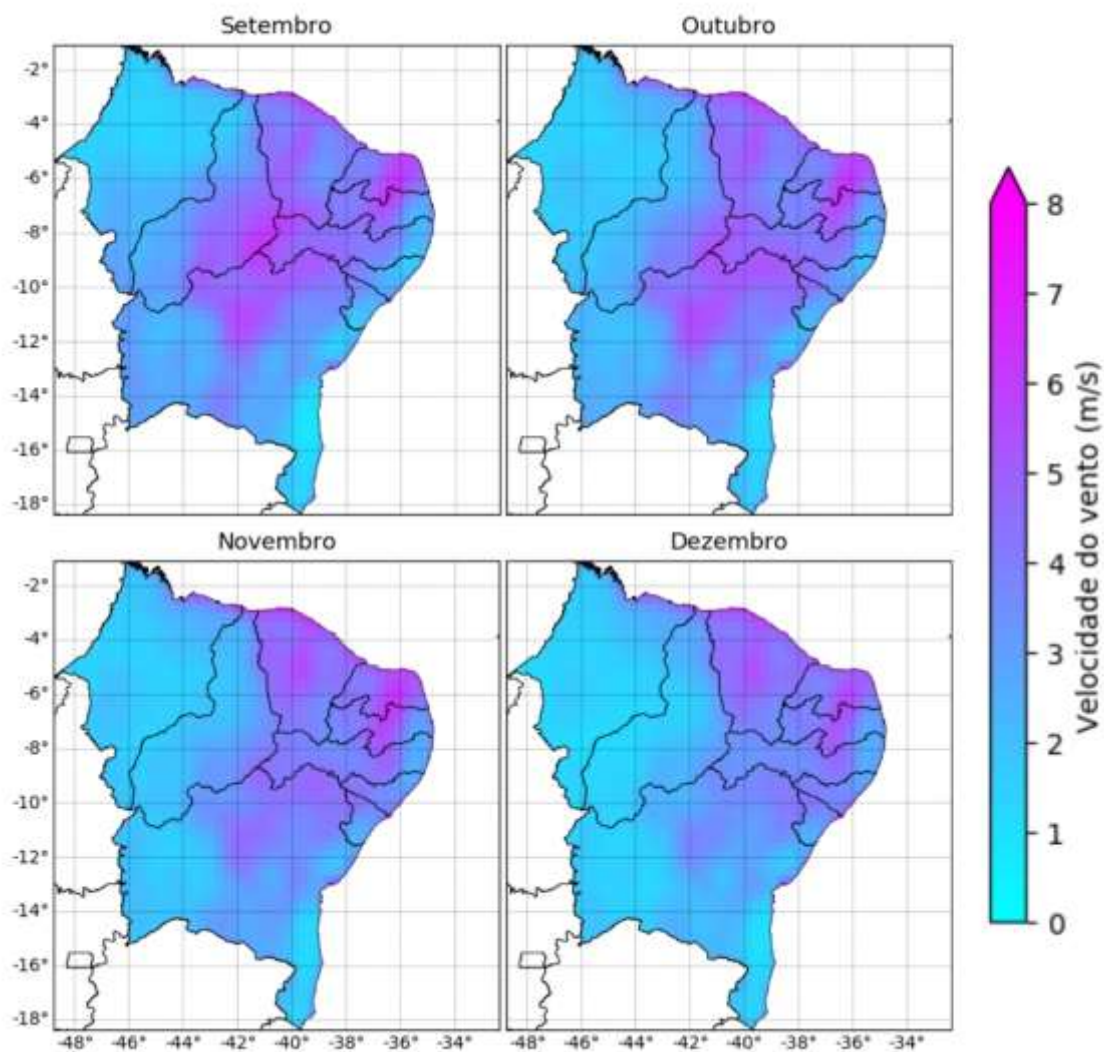
A partir do mês de julho, encontra-se nos mapas um aumento da intensidade no vento na região do litoral do Nordeste ultrapassando os 7m/s.

Figura 16 - Intensidade do vento para meses do 2º quadrimestre



Fonte: Autor (2018)

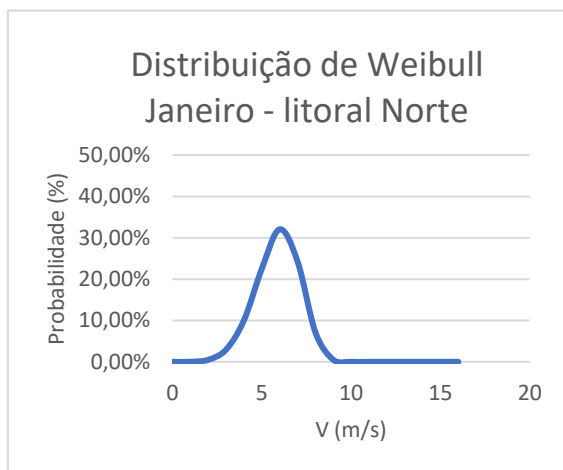
Figura 17 - Intensidade do vento para meses do 3º quadrimestre



Fonte: Autor (2018)

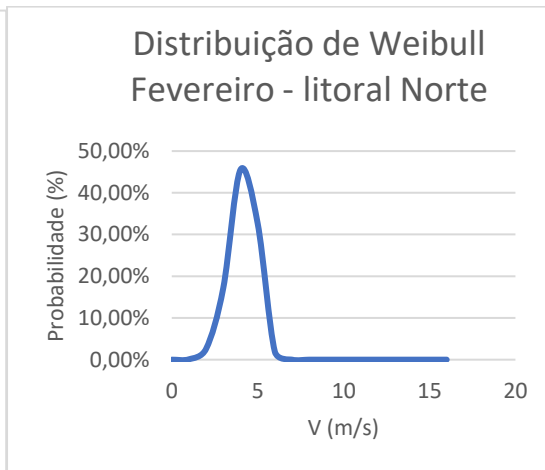
Nos gráficos abaixo pode-se perceber o comportamento do vento durante os meses dos anos, a partir de média mensal, com a utilização do diagrama de Weibull. Os gráficos foram divididos para as duas regiões consideradas conforme a metodologia.

Figura 18 - Gráfico Janeiro: Norte



Fonte: Autor (2018)

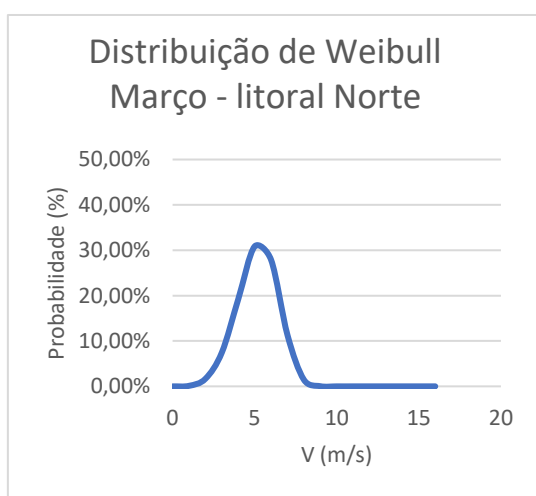
Figura 19 - Gráfico Fevereiro: Norte



Fonte: Autor (2018)

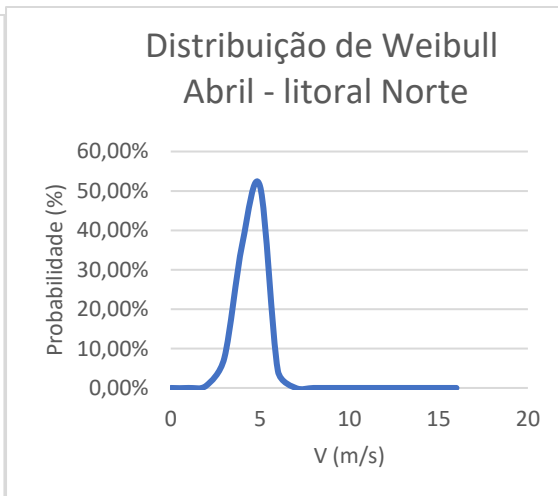
Pode-se analisar que para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril para área considerada litoral norte, a concentração dos ventos não chega a 10m/s. O maior pico está acima dos 5m/s com uma distribuição de 30% para janeiro e pouco mais de 50% em abril.

Figura 20 - Gráfico Março: Norte



Fonte: Autor (2018)

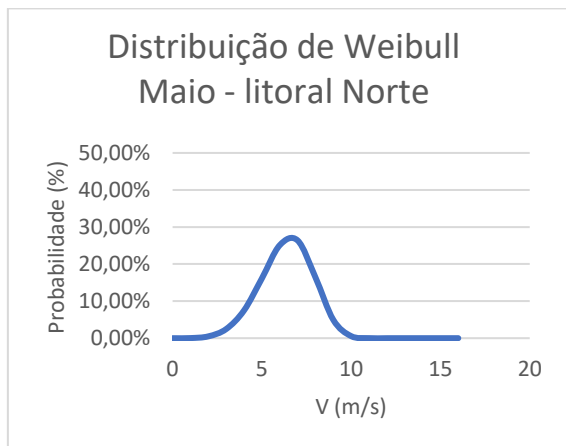
Figura 21- Gráfico Abril: Norte



Fonte: Autor (2018)

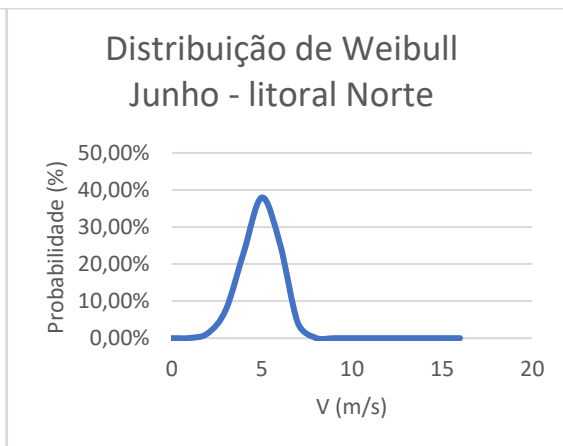
Os meses de maio, junho e julho mantêm praticamente o mesmo comportamento para os meses anteriores.

Figura 22 - Gráfico Maio: Norte



Fonte: Autor (2018)

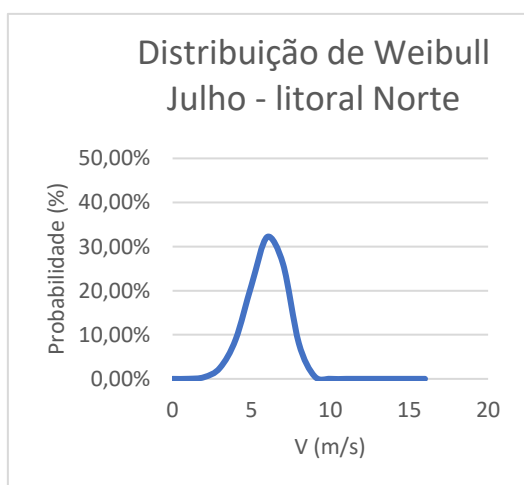
Figura 23 - Gráfico Junho: Norte



Fonte: Autor (2018)

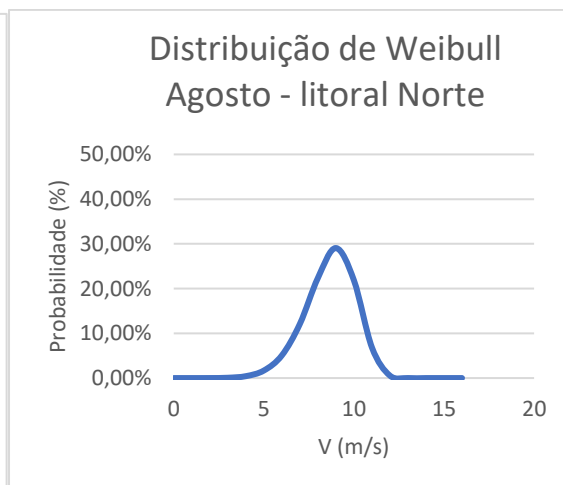
Para a figura 25, mês de agosto ocorre um aumento, em que a velocidade chega a 10m/s para uma concentração de 30%

Figura 24- Gráfico Julho: Norte



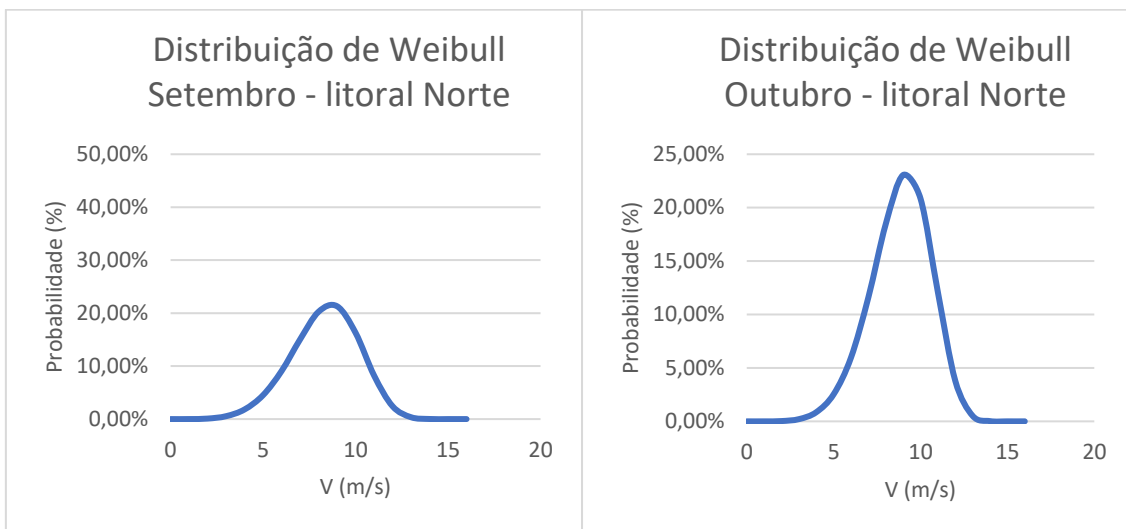
Fonte: Autor (2018)

Figura 25 - Gráfico Agosto: Norte



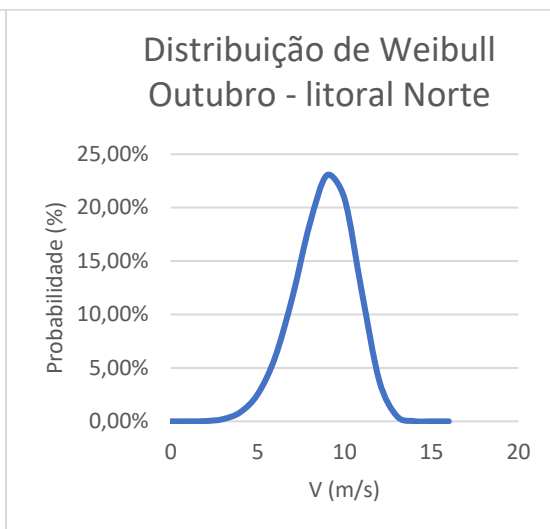
Fonte: Autor (2018)

Figura 26 - Gráfico Setembro: Norte



Fonte: Autor (2018)

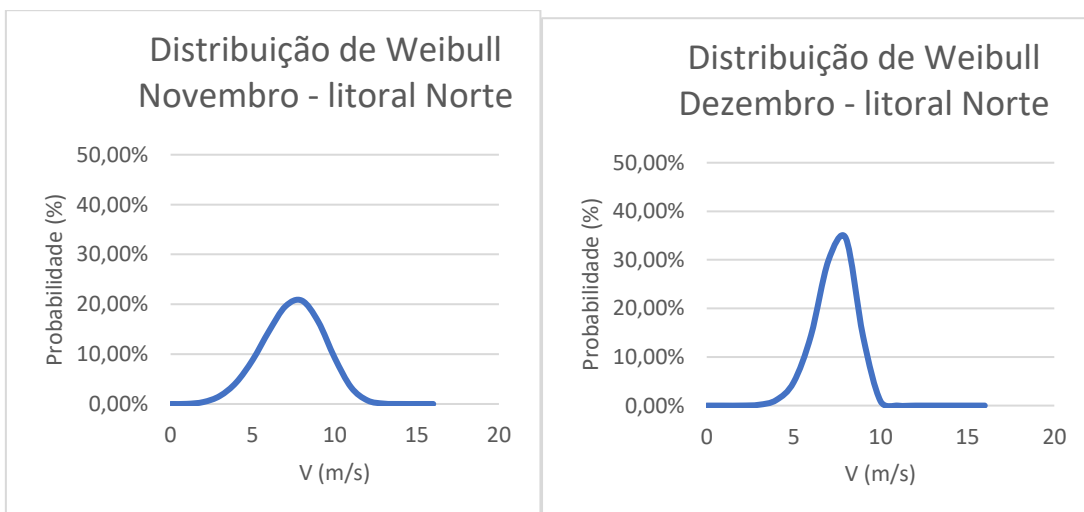
Figura 27- Gráfico Outubro: norte



Fonte: Autor (2018)

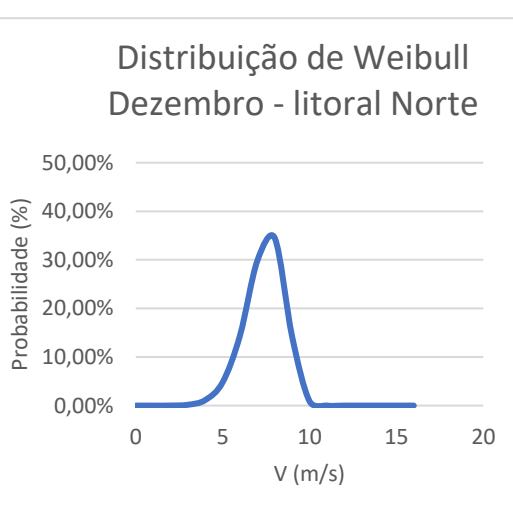
Os meses de setembro, outubro e novembro continuam com uma distribuição para velocidades maiores. Em dezembro ocorre novamente uma diminuição dos valores.

Figura 28 - Gráfico Novembro: Norte



Fonte: Autor (2018)

Figura 29 - Gráfico Dezembro: norte

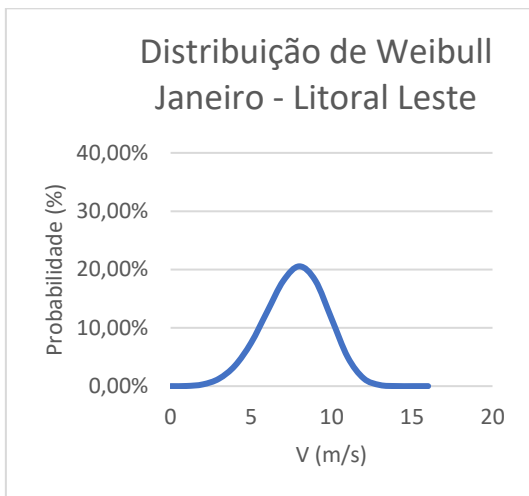


Fonte: Autor (2018)

Os gráficos seguintes, representam a distribuição de Weibull para a região denominada de litoral Leste para os meses do ano. Meses como março, abril e maio

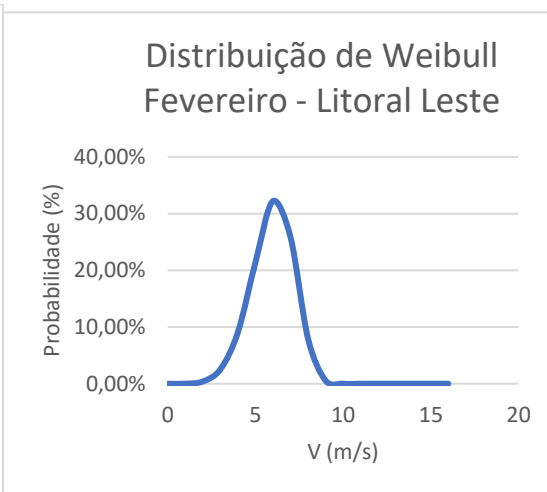
demonstram ter comportamento de distribuição parecido. A partir do mês de agosto a proporção é maior para valores de velocidade do vento maiores.

Figura 30 - Gráfico Janeiro: Leste



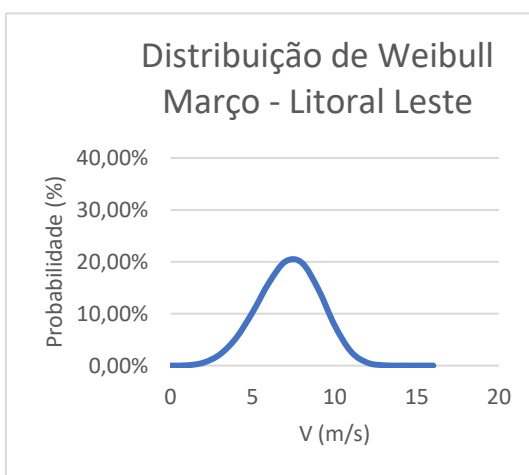
Fonte: Autor (2018)

Figura 31 - Gráfico Fevereiro: Leste



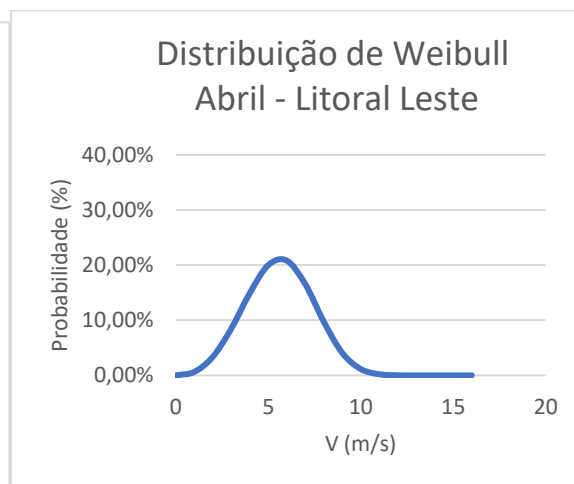
Fonte: Autor (2018)

Figura 32 - Gráfico Março: Leste



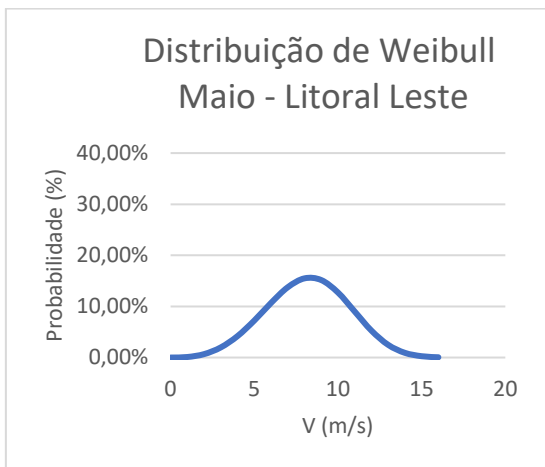
Fonte: Autor (2018)

Figura 33 - Gráfico Abril: Leste



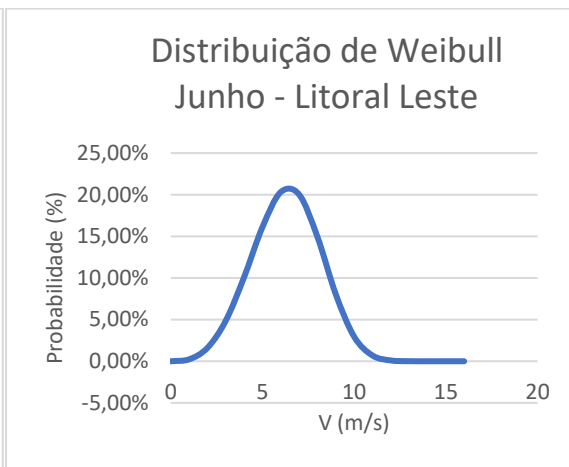
Fonte: Autor (2018)

Figura 34-Gráfico Maio: Leste



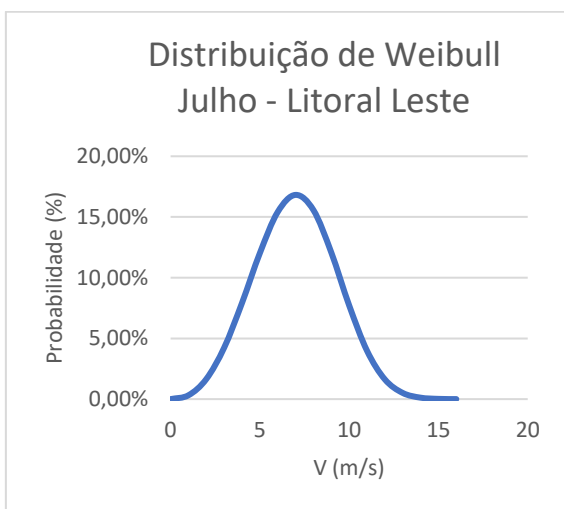
Fonte: Autor (2018)

Figura 35-Gráfico Junho: Leste



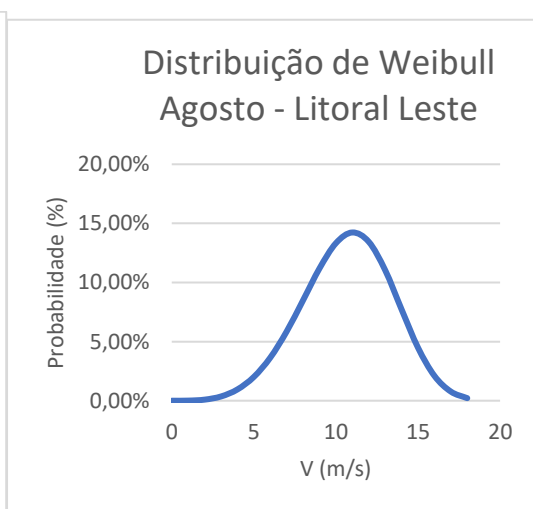
Fonte: Autor (2018)

Figura 36-Gráfico Julho: Leste



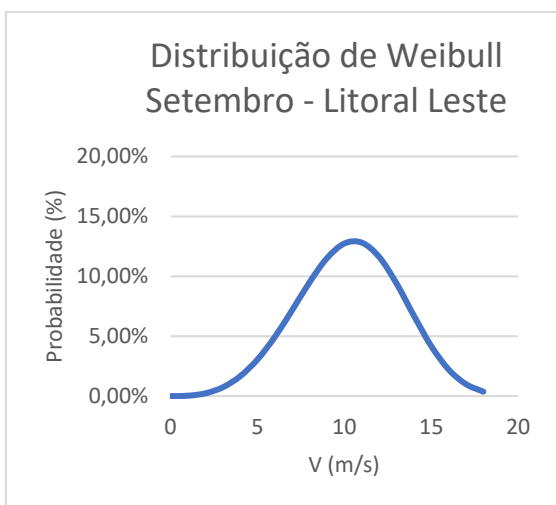
Fonte: Autor (2018)

Figura 37-Gráfico Agosto: Leste



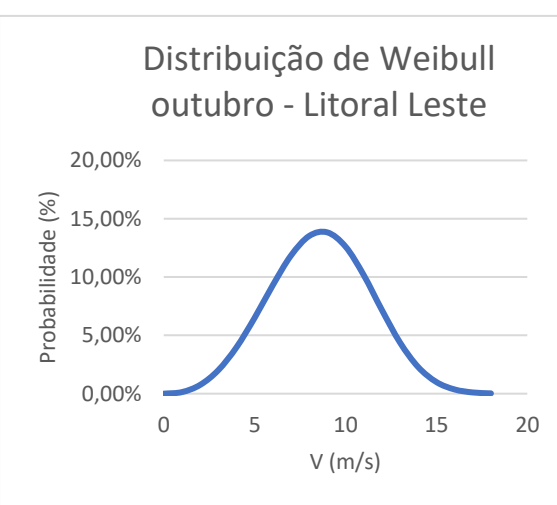
Fonte: Autor (2018)

Figura 38-Gráfico Setembro: Leste



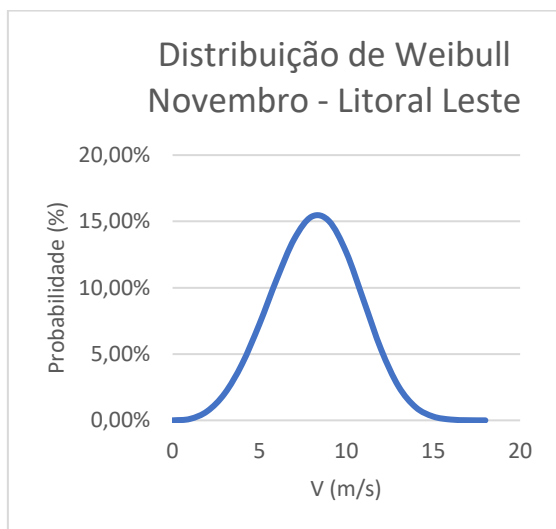
Fonte: Autor (2018)

Figura 39-Gráfico Outubro: Leste



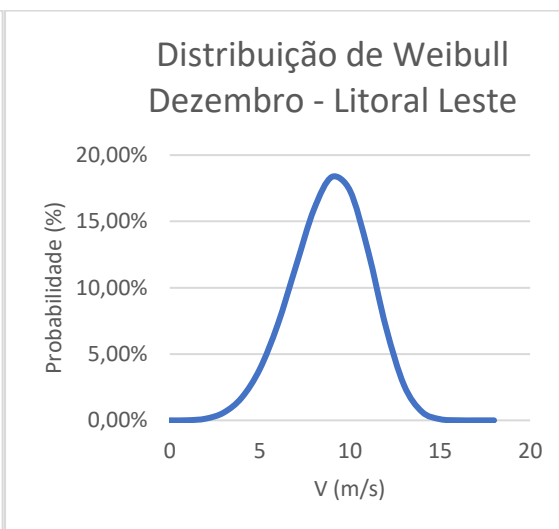
Fonte: Autor (2018)

Figura 40-Gráfico Novembro: Leste



Fonte: Autor (2018)

Figura 41-Gráfico Dezembro: Leste



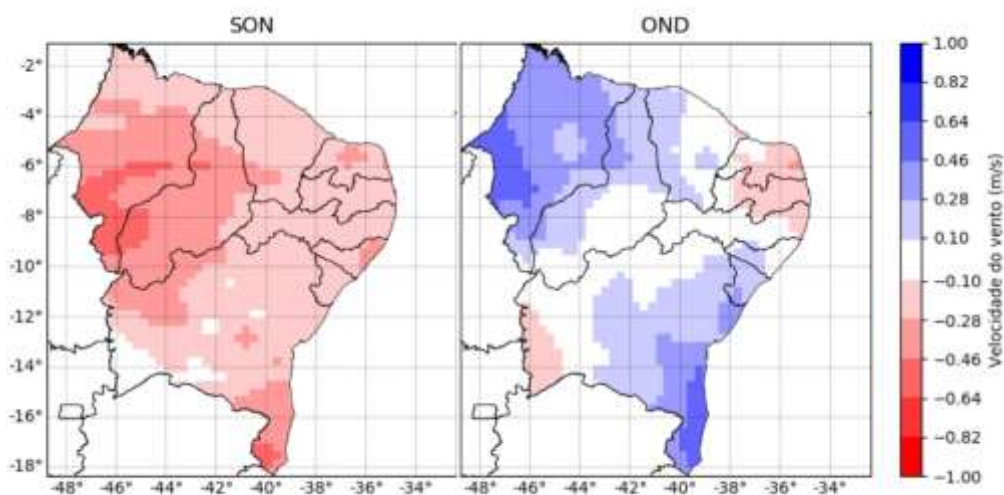
Fonte: Autor (2018)

6.2 Análise da Correlação entre TSM e Intensidade do vento

Com os mapas de correlação para os trimestres é possível verificar quais os meses tem maiores correlações positivas ou negativas e em qual parte do Nordeste essa correlação é maior. A correlação foi feita para alguns dos trimestres falados anteriormente.

Iniciando pelo trimestre SON, tem-se uma correlação negativa fraca, indicando que os índices não têm uma relação. No trimestre seguinte OND existe uma variação de correlação positiva e negativa, para os estados do Maranhão e parte da Bahia, Piauí e Ceará, a correlação é positiva, em partes dos estados de Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, a correlação é negativa, em outros locais a correlação é zero, que indica que para o período e local os dois índices não se relacionam.

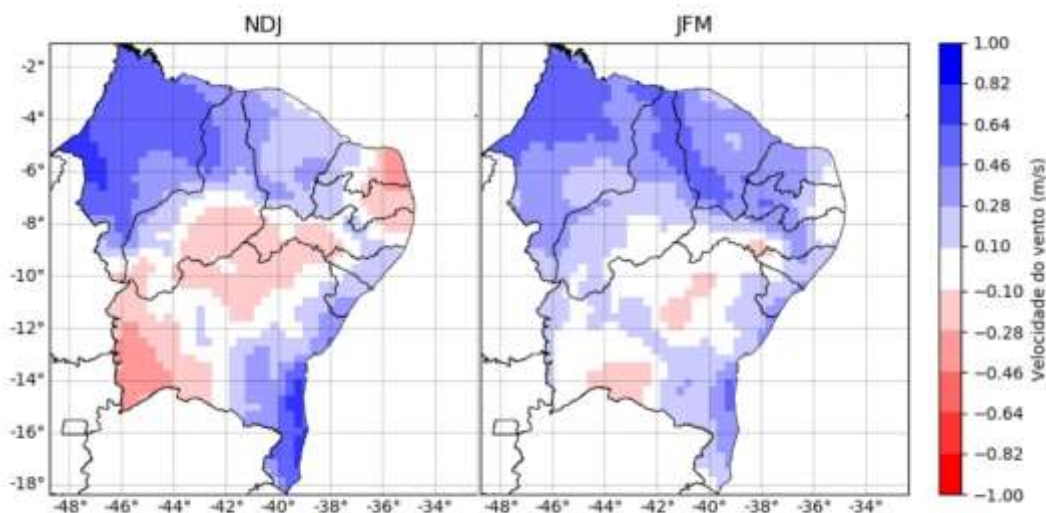
Figura 42 - Correlação (SON/OND)



Fonte: Autor (2018)

Em NDJ, o Ceará tem uma correlação positiva fraca, já na divisa entre Piauí e Bahia torna-se negativa fraca, assim como para parte do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, região da zona da mata. JFM, são meses da quadra chuvosa e a correlação para esse período está em maior parte positiva, principalmente o Maranhão e o Ceará, estados mais ao norte do Nordeste, na Bahia tem-se mais correlação zero.

Figura 43 - Correlação (NDJ/JFM)

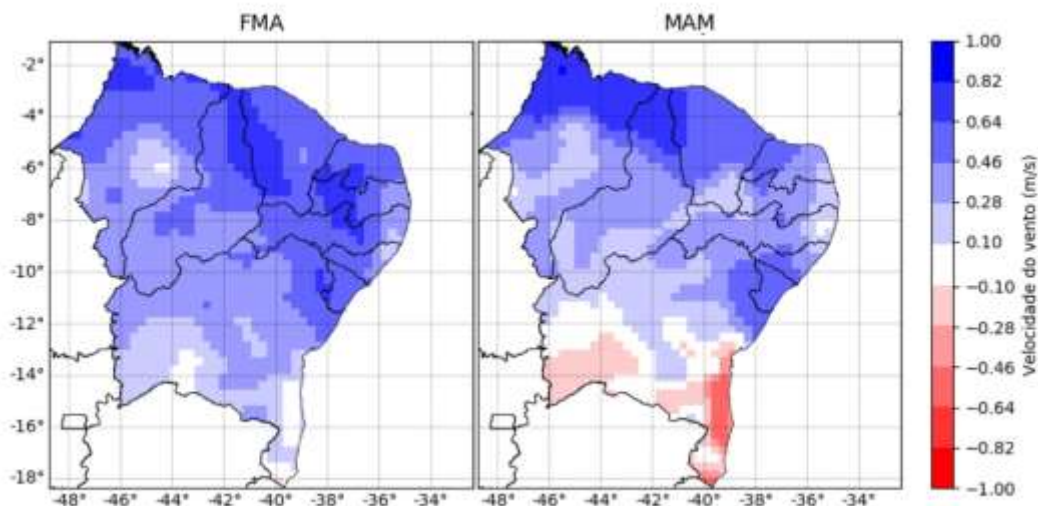


Fonte: Autor (2018)

O período de FMA, é um período da quadra chuvosa com maiores índices pluviométricos, nesse período a correlação está totalmente positiva, ou seja, os índices de intensidade do vento e TSM, estão indo na mesma direção. Para MAM, uma grande parte

do Nordeste mantém a correlação positiva, mas em parte da Bahia, já se encontra negativa.

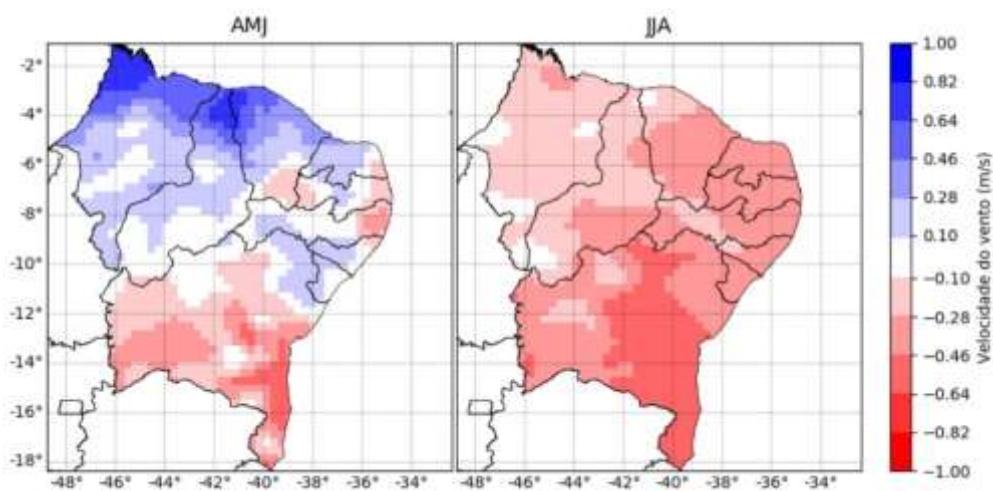
Figura 44 - Correlação (FMA/MAM)



Fonte: Autor (2018)

Em AMJ, tem-se diminuição da correlação positiva e o começo de encerramento da quadra chuvosa, região norte do Nordeste ainda tem maior parte positiva e região da Bahia predominância de correlação negativa. Em JJA com o o praticamente encerramento da quadra chuvosa, temos uma correlação totalmente negativa, emosntrando que os índices da correlação estão em sentidos opostos, não existindo uma correlação linear entre eles.

Figura 45 – Correlação (AMJ/JJA)



Fonte: Autor (2018)

6 CONCLUSÃO

Com base no trabalho percebe-se como a energia eólica é presente no Brasil e principalmente no Nordeste e pesquisas nessa área são bastante relevantes. A partir dos dados obtidos com a elaboração dos mapas de intensidade dos ventos, verificou-se as áreas de maiores intensidades dos ventos e que acabam sendo as áreas com a maior presença de parques eólicos.

Os gráficos dos diagramas de Weibull permitiu a percepção de como é o comportamento do vento durante um ano, em que para a região dita como Litoral Leste encontra-se a concentração das maiores velocidades.

Os mapas de correlação foram muito importantes, pois permitiram a averiguação de como é o comportamento da relação entre TSM e intensidade do vento. Onde ocorreu correlação positiva para algumas partes do Nordeste e correlação negativa para outras. A correlação positiva mais forte e para praticamente todo o Nordeste foi no período de fevereiro, março e abril, meses esses que estão relacionadas mais diretamente ao período de chuvas da região.

O estudo de relações para a intensidade do vento é muito importante, pois a partir de informações de relevâncias é possível aumentar a confiabilidade de projetos de parques eólicos, garantindo a qualidade e aumentando o número de empreendimentos sendo feitos nessa área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEÓLICA (São Paulo). **Geração de energia eólica**. 2018. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/>>. Acesso em: 04 de setembro de 2018.

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Revista Rios Eletrônica**, v. 5, n. 5, p 89-98. Disponível em: <https://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

Básicos de Geografia)

BEZERRA, Francisco Diniz; SANTOS, Lucas Sousa dos. Potencialidades da Energia Eólica no Nordeste. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, v. 5, n. 2, p.02-20, maio 2017. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/publicacoes-editadas-pelo-etene>>. Acesso em: 06 de setembro de 2018.

CLIMATE. 2016. **El Niño and La Niña**. Disponível em: <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions>>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Matriz energética. Brasília, DF, 2007.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Ministério de minas e energia – MME. **Balço energético nacional 2017: ano base 2016**. Rio de Janeiro, 2017. 296p.
FADIGAS, Eliane A. Faria Amaral. **Energia Eólica**. Barueri (São Paulo): Manole, 2011. 285 p.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre A Região Nordeste Do Brasil E A Influência Dos Oceanos Pacífico E Atlântico No Clima Da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.15-28, dez. 2005.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Pernambuco, v. 18, n. 1, p.115-146, jan. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicohoje/article/viewFile/3852/3156>>. Acesso em: 30 set. 2018.

FREIRE, Julliana Larise Mendonça; LIMA, Jeane Rafele Araújo; CAVALCANTI, Enilson Palmeira. Análise de Aspectos Meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em

Anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 429-444, 2011. Disponível em: < www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 30 de julho de 2018

GWEC. 2017. **Global Wind Statistics**. Disponível em: < http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf >. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

IRENA. **Renewable Power Generation Costs in 2017**. 2018. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi. Disponível em: <<https://www.irena.org/>>. Acesso em: 05 de setembro de 2018.

José de Oliveira Machado – Ubá: Ed. Geographica, 2008. – (Série Textos

LIMA, Raquel Araújo. A produção de energias renováveis e o desenvolvimento sustentável: uma análise no cenário da mudança do clima. **Revista eletrônica direito e-energia**, v. 5, n. 4, Jan-Jul 2012. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/direitoenergia/article/download/5145/4126/>> Acesso em: 03 de agosto de 2018.

MOURA, Magna Soelma Beserra de et al. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, Luiza Teixeira de Lima et al. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Cap. 2. p. 37-59.

NÓBREGA, Ranyére Silva; SANTIAGO, Gabriela Ayane Chagas Felipe. TENDÊNCIA DE TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE DO MAR NOS OCEANOS ATLÂNTICO E PACÍFICO E VARIABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO EM PERNAMBUCO. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p.107-118, Jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v13n1/1676-8329-mercator-13-01-0107.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

OCEANSERVICE. **What are El Niño and La Niña?**. Disponível em: < <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html> >. Acesso em: 29 de setembro de 2018

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. BRASIL. **Carga e Geração**. 2018. Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao>>. Acesso em: 05 de setembro de 2018.

ONU. **Relatório Nosso Futuro Comum**. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Ventos alísios"; **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/ventos-alisios.htm>>. Acesso em 27 de setembro de 2018.

REN21. 2018. **Renewables 2018 Global Status**. Paris: (REN21 Secretariat). Disponível em: < http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_-1.pdf> Acesso em: 07 de setembro de 2018.

SANTANA, Lêda Valéria Ramos. **Análise do comportamento da velocidade do vento na região Nordeste do Brasil utilizando dados da ERA-40**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em biometria e estatística aplicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2014.

SILVA, Gustavo Rodrigues. **Características de vento da região Nordeste**. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em engenharia mecânica, Universidade Federal de Pernambuco. 2013.

SILVA, Misael José da; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira. Abordagem interdisciplinar sobre a influência da zona de convergência intertropical — zcit no nordeste brasileiro. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, Recife, v. 6, n. 1, p. 107-117, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistamseu>>. Acesso em: 03 de agosto de 2018.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro, EPE, 2016. 452 p.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia** /Fillipe Tamiozzo Pereira Torres, Pedro.

WEISSER, D. **A wind energy analysis of Grenada: an estimation using the Weibull density function**. Renewable Energy, Denver, v. 28, n. 11, p.1803-1812, 2003.