

## ÍNDICE

2.2.2.1 -	Meteorologia e Climatologia .....	1/50
2.2.2.1.1 -	Metodologia .....	1/50
2.2.2.1.2 -	Características Climáticas da Área de Estudo da LT 500 kV Gilbués II – Orolândia II .....	3/50
2.2.2.1.3 -	Considerações Finais .....	50/50



## Legendas

Quadro 2.2.2.1-1 - Estações meteorológicas utilizadas para o presente estudo .....	2/50
Figura 2.2.2.1-1- Localização do LT 500 kV Gilbués II – Ourolândia II na região nordeste de acordo com a classificação climática de Koppen.....	5/50
Figura 2.2.2.1-2- Esquemática da Célula de Walker sobre a Bacia do Pacífico Tropical.....	7/50
Figura 2.2.2.1-3 - Esquemática da circulação atmosférica de grande escala no sentido zonal (Célula de Walker) modificada em associação ao episódio <i>El Niño</i> sobre o Oceano Pacífico.....	7/50
Figura 2.2.2.1-4 - Diagrama Esquemático da Circulação de Hadley-Walker sobre a América do Sul tropical e o setor do Atlântico Sul Tropical.....	8/50
Figura 2.2.2.1-5 - Banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre.....	9/50
Figura 2.2.2.1-6 - Combinação das imagens globais do satélite Meteosat VI no canal infravermelho entre os dias 21-28/ março/97. As linhas tracejadas representam o posicionamento do eixo da ZCIT sobre a Bacia do Oceano Atlântico Tropical. Linhas pretas representam o posicionamento médio do eixo da ZCIT sobre o Atlântico Tropical.....	10/50
Figura 2.2.2.1-7 - (A) Imagem do satélite meteorológico GOES 13, canal infravermelho, IR 4 do dia 20/12/2013 - 12 UTC, mostrando a área de atuação da ZCAS. (B) Carta de pressão 12 GTM - 20/12/2013, mostrando a atuação de uma ZCAS sobre a porção Sul do Nordeste Brasileiro.....	12/50
Figura 2.2.2.1-8 - Imagens do Satélite Meteosat VI, canal infravermelho, com realce de cores, sobre a Região Nordeste do Brasil para o dia 10/01/98, às 15 h, mostrando uma frente fria sobre a Região Sudeste associada a um VCAN sobre a Região Nordeste, causando intensa nebulosidade na parte norte da Região e céu claro no setor central e sul da mesma. ....	13/50
Figura 2.2.2.1-9 - Imagens do Satélite Meteosat VI, canal infravermelho, com realce de cores, sobre a Região Nordeste do Brasil para o dia 29/01/98 às 23 h, mostrando uma frente fria sobre a Região Sudeste associada a um VCAN sobre a Região Nordeste, causando intensa nebulosidade na parte norte da Região e céu claro no setor central. A frente posicionada um pouco mais	

ao norte e ocasiona formação de áreas de instabilidade em grande parte da Região Nordeste e Oceano Atlântico adjacente. ....14/50

Figura 2.2.2.1-10 - Imagem do satélite Meteosat VI no canal infravermelho, dia 14/12/97 às 21 h local, mostrando a atuação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) sobre as proximidades da Região Nordeste (seu centro sobre o Oceano Atlântico Tropical). Plotados sobre a imagem em cores são mostradas as linhas de corrente (fluxo de vento predominante) em 200 hPa e a linha tracejada em branco indica o campo de Pressão à Superfície do Mar (PNM).....15/50

Figura 2.2.2.1-11 – Imagem de satélite da América do Sul, destacando uma frente fria, o APM (azul) e o ASAS (vermelho).....17/50

Figura 2.2.2.1-12 - Principais massas de ar do globo (conforme Atkinson, 1972) .....18/50

Figura 2.2.2.1-13 - Os estágios no ciclo de vida de uma depressão frontal.....20/50

Figura 2.2.2.1-14 - Seções transversais em duas depressões frontais: a) quando o ar quente eleva-se relativamente às superfícies frontais originando espessas nuvens frontais; b) quando o ar superior desliza relativamente às superfícies frontais e a grandeza vertical das nuvens fica limitada pela inversão da subsidência (conforme Riley e Spolton, 1974). ....21/50

Figura 2.2.2.1-15 - Os estágios no ciclo de vida de uma depressão frontal.....22/50

Figura 2.2.2.1-16 - Linha de Instabilidade atuando sobre o Nordeste Brasileiro.....24/50

Figura 2.2.2.1-17 - Sequência horária das imagens do satélite Meteosat-6, no canal infravermelho, setorizadas para a região do Nordeste brasileiro e realçadas para visualizar as células convectivas profundas (cumulonimbus), durante o dia 24/04/97. ....25/50

Figura 2.2.2.1-18 - Nebulosidade associada às Ondas de Leste. ....26/50

Quadro 2.2.2.1-2 - Anos de ocorrência do *La Niña*.....29/50

Figura 2.2.2.1-19 - Circulação observada no oceano Pacífico equatorial em anos normais.....30/50

Figura 2.2.2.1-20 - Padrão de circulação observada em anos de *La Niña* na Região Equatorial do Oceano Pacífico. ....31/50

Figura 2.2.2.1-21 - Circulação observada no oceano Pacífico equatorial em anos normais. ....	33/50
Figura 2.2.2.1-22 - Padrão de circulação observada em anos de <i>El Niño</i> na região equatorial do oceano Pacífico....	34/50
Quadro 2.2.2.1-3 - Anos de ocorrência e intensidade do <i>El Niño</i> .....	34/50
Quadro 2.2.2.1-4 - Dados de precipitação média acumulada mensal (em mm) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	36/50
Figura 2.2.2.1-23 - Precipitação média mensal por um período de 30 anos nas Estações Meteorológicas avaliadas. ....	37/50
Quadro 2.2.2.1-5 - Dados de temperatura média (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	37/50
Figura 2.2.2.1-24 - Temperatura média mensal nas Estações Meteorológicas avaliadas. ....	38/50
Quadro 2.2.2.1-6 - Dados de temperatura média mínima mensal (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas...	38/50
Figura 2.2.2.1-25 - Temperatura média mínima mensal (°C) nas Estações Meteorológicas avaliadas. ....	39/50
Quadro 2.2.2.1-7 - Dados de temperatura média máxima mensal (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas .	40/50
Figura 2.2.2.1-26 - Temperatura máxima média mensal (°C) nas Estações Meteorológicas avaliadas. ....	40/50
Quadro 2.2.2.1-8 - Dados de Umidade Relativa do Ar (em%) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	42/50
Figura 2.2.2.1-27 - Umidade relativa do ar nas Estações Meteorológicas avaliadas.....	42/50
Quadro 2.2.2.1-9 - Intensidade do Vento (m.s-1) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	43/50
Figura 2.2.2.1-28 - Intensidade do Vento (m.s-1) nas Estações Meteorológicas avaliadas.....	44/50
Quadro 2.2.2.1-10 - Direção Predominante do Vento (pontos cardeais e colaterais) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	44/50
Quadro 2.2.2.1-11 - Insolação Total (horas) nas Estações Meteorológicas avaliadas.....	45/50
Figura 2.2.2.1-29 - Insolação Total (horas) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	46/50
Quadro 2.2.2.1-12 - Dados de pressão atmosférica do ar (em hPa) nas Estações Meteorológicas avaliadas .....	47/50

Figura 2.2.2.1-30 - Dados de pressão atmosférica do ar (em hPa) nas Estações Meteorológicas avaliadas.....48/50

Quadro 2.2.2.1-13 – Quantidade de Descargas Elétricas por Município .....49/50

### 2.2.2.1 - Meteorologia e Climatologia

Este diagnóstico tem como objetivo abordar as características meteorológicas e climáticas da região onde será implementada a LT 500 kV Gilbués II – Ouarolândia II, com aproximadamente 743 km, nos estados da Bahia e do Piauí.

A variabilidade climática do Nordeste Brasileiro (NEB) provém de efeitos combinados da ação de vários sistemas meteorológicos e das variações na intensidade e posição das circulações Hadley e Walker (Nobre e Molion, 1988).

De acordo com MOLION e BERNARDO (2002), os mecanismos dinâmicos responsáveis por produzir as chuvas no Nordeste Brasileiro, podem ser classificados como mecanismos de grande escala. Dentre esses, podemos destacar os sistemas frontais e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

#### 2.2.2.1.1 - Metodologia

Para a elaboração da caracterização climatológica da área de estudo do empreendimento, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico buscando atender aos parâmetros necessários para a caracterização climatológica. Foram utilizados dados disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA), Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) e para a caracterização regional, dados Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) que mesmo estando fora da Área de Estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouarolândia II, são dados de consistência e qualidade para a caracterização climática da região nordeste. Os parâmetros analisados a partir dos dados levantados nos órgãos supracitados, de acordo com o solicitado no Termo de Referência emitido pelo IBAMA, foram os seguintes:

- precipitação;
- temperatura do ar;
- umidade relativa do ar;
- ventos – direção e velocidade;
- pressão atmosférica;
- radiação solar e insolação;
- nível ceráunico.

As Normais Climatológicas são definidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas”. No Brasil as primeiras Normas Climatológicas foram publicadas pelo Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura no ano de 1970, relativas ao período de 1931 a 1960, e restritas aos valores médios mensais e anuais de algumas variáveis. No ano 2000, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) inaugurou o Sistema de Informações Meteorológicas, que centralizou os dados meteorológicos e lançou as Normas Meteorológicas de 1961 a 1990. Estas normas são constituídas por 25 parâmetros, e são amplamente utilizadas até os dias atuais para as caracterizações climatológicas. Para a caracterização climática da Área de Estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroilândia II, foram acessados os dados compilados pelo INMET acerca das Normas Climatológicas no mês de agosto de 2015.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda o espaçamento máximo de 150 km entre estações sinóticas e de 300 km entre estações meteorológicas para estudos de caracterização climatológica, podendo-se usar dados meteorológicos de estações em áreas localizadas em um raio de até 150 km (VIANELLO, 1991).

As estações meteorológicas consideradas para a elaboração deste diagnóstico encontram-se listadas no **Quadro 2.2.2.1-1** e estão representadas no **Mapa de Isoietas e Estações Meteorológicas - 2935-01-EIA-MP-2011** no **Caderno de Mapas**).

**Quadro 2.2.2.1-1 - Estações meteorológicas utilizadas para o presente estudo**

Estação/Código	Coordenadas SIRGAS 2000			Altitude (m)	Período de coleta dos dados	UF	Município	Distância aproximada da estação ao empreendimento (km)
	X	Y	Fuso (UTM)					
Barra	700255	8774190	23	401,6	1961-1990	BA	Barra	10,16
Irecê	187230	8729387	24	747,2	1961-1990	BA	Irecê	46,66
Jacobina	340022	8730906	24	484,7	1961-1990	BA	Jacobina	102,15
Lençóis	241384	8571983	24	438,7	1961-1990	BA	Lençóis	123,63
Morro do Chapéu	258074	8744767	24	1003,3	1961-1990	BA	Morro do Chapéu	17,67
Remanso	817942	8891713	23	400,5	1961-1990	BA	Remanso	115,02
Santa Rita de Cássia	552796	8781029	23	450,3	1961-1990	BA	Santa Rita de Cássia	80,7
Bom Jesus do Piauí	597051	8987339	23	331,7	1961-1990	PI	Bom Jesus	119,68

Fonte: Compilação de dados no INMET (2009).

### 2.2.2.1.2 - Características Climáticas da Área de Estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ourolândia II

A classificação climática de Köppen (1948) é um sistema de classificação climática que pode ser empregado em nível global e se embasa na premissa de que cada região da Terra, vista a partir do ponto de vista da ecologia, é uma expressão do clima que nela prevalece. Dessa maneira, pode-se observar claramente a correlação entre os tipos climáticos propostos por Köppen e a distribuição dos Biomas. Os tipos climáticos são determinados a partir da sazonalidade e dos valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. De acordo com AYOADE (2002), o esquema de classificação de Köppen tem cinco tipos climáticos principais, reconhecidos com base na temperatura, e designados por letras maiúsculas da seguinte forma:

**A – Climas tropicais chuvosos:** o mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C. A isoterma de inverno de 18°C é crítica para a sobrevivência de certas plantas tropicais. A precipitação pluvial anual é maior do que a evapotranspiração anual;

**B - Climas secos:** a evapotranspiração potencial média anual é maior que a precipitação média anual. Não existe nenhum excedente de água, por isso nenhum rio permanente origina-se nesse clima;

**C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes:** o mês mais frio tem temperatura média entre -3°C e 18°C. O mês mais moderadamente quente tem uma temperatura média maior do que 10°C. A isoterma de 10°C de verão correlaciona-se com o limite, na direção do pólo, do crescimento de árvores, e a isoterma de -3°C indica o limite da direção do Equador no *permafrost* (subcamada do solo permanentemente congelada);

**D - Climas frios com neve-floresta:** o mês mais frio tem temperatura abaixo de -3°C e o mês mais moderadamente quente tem temperatura média maior que 10°C.

**E - Climas polares:** O mês mais moderadamente quente tem temperatura média menor que 10°C.

Segundo AYOADE (2002), as subdivisões de cada uma das categorias são feitas com referência a:

## Distribuição sazonal da precipitação

f – nenhuma estação seca, úmida o ano inteiro (A, C e D);

m – de monção, com uma breve estação seca e com chuvas intensas durante todo o resto do ano (A);

w – chuva de verão (A, C e D);

S – estação seca de verão (B);

W – estação seca de inverno (B).

## Características adicionais de temperatura

a – verão quente, o mês mais quente tem temperatura média maior do que 22°C;

b – verão moderadamente quente, o mês mais quente tem temperatura média inferior a 22°C;

c – verão breve e moderadamente frio, menos do que 4 meses de temperatura média maior do que 10°C;

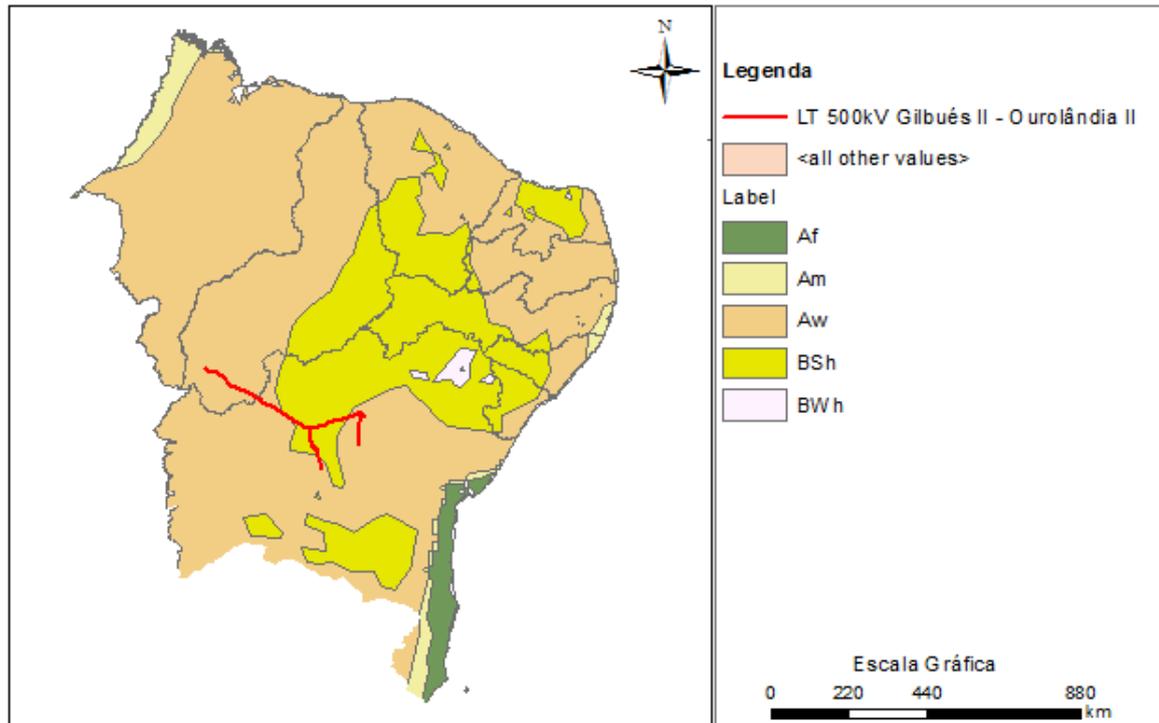
d – inverno muito frio, o mês mais frio tem temperatura média menor do que -38°C;

AYOADE (2002) ainda coloca que nas regiões áridas (BW e BS), os seguintes subscritos são usados:

h - quente, temperatura média anual maior do que 18°C;

k - moderadamente frio, temperatura média anual menor do que 18°C.

Considerando a climatologia de Köppen (1948), na região do empreendimento predominam dois tipos climáticos diferentes que estão listados a seguir e representados na **Figura 2.2.2.1-1**.



Fonte: Elaboração interna Ecology Brasil, 2015.

**Figura 2.2.2.1-1- Localização do LT 500 kV Gilbués II – Orolândia II na região nordeste de acordo com a classificação climática de Koppen.**

- **BSh** - Clima semiárido quente, com escassez de chuvas e temperaturas médias elevadas. Esse clima se apresenta nas regiões de Gentio do Ouro, Central, Itaguaçu da Bahia, Jussara e São Gabriel, no estado da Bahia.
- **Aw** – Clima tropical úmido, com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco. Esse clima se apresenta nos demais municípios da Bahia e nos municípios do estado do Piauí.

Para que o clima na área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Orolândia II tenha as características de clima semiárido quente e de clima tropical úmido, a atuação de sistemas atmosféricos é de extrema importância considerando que os mesmos interferem diretamente nas condições de tempo sobre o Nordeste Brasileiro.

A seguir serão apresentados os principais sistemas atmosféricos que atuam na região e que influenciam na distribuição anual da precipitação da área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Orolândia II.

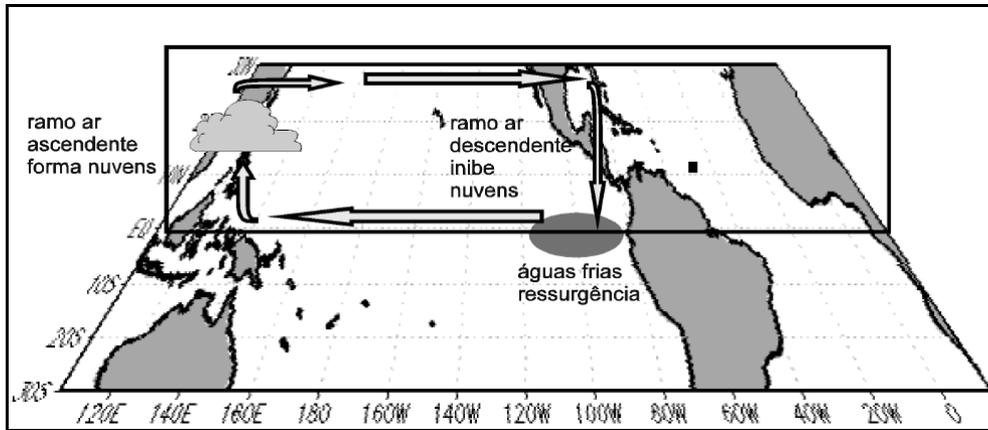
### 2.2.2.1.2.1 - A Circulação Atmosférica sobre a Região Tropical

De acordo com MOLION e BERNARDO (2002), a circulação atmosférica sobre a região tropical (onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ourolândia II) é fortemente modulada e modificada pelos padrões termodinâmicos que ocorrem sobre as bacias dos Oceanos Atlântico e Pacífico. De acordo com as oscilações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nesses oceanos, há a perturbação da dinâmica de duas grandes células térmicas:

- Célula de Hadley – É responsável pela elevação do ar, quente e húmido, no Equador que desce nos Trópicos e a circulação de ventos dos centros de baixa pressão equatoriais para os de alta pressão tropicais.
- Célula de Walker – Ramos zonais de ar que seguem no sentido leste-oeste e atua no sentido zonal (ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo descendente no Pacífico leste).

A perturbação da dinâmica dessas duas células causa anomalias na circulação atmosférica sobre os trópicos, que são consequências diretas do deslocamento dessas células de suas posições climatológicas. Como consequência dessa dinâmica, a intensidade e a duração do período chuvoso da região nordeste (onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ourolândia II) são diretamente afetadas.

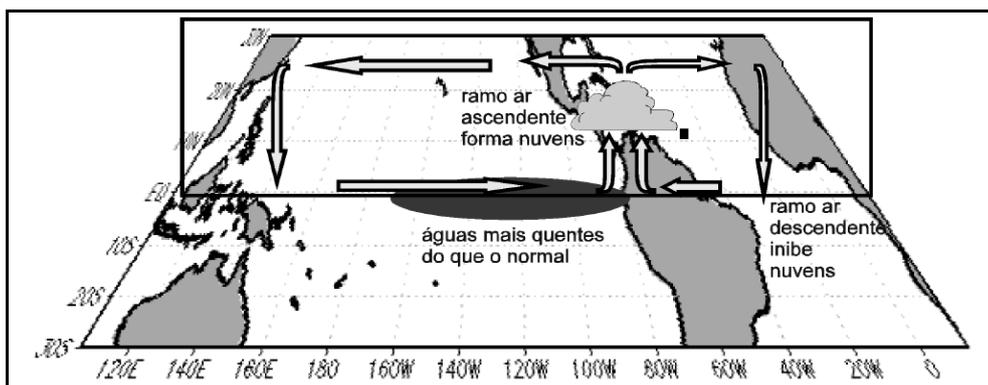
A **Figura 2.2.2.1-2** mostra a esquematização da Célula de Walker sobre a Bacia do Pacífico Tropical. Sob condições normais observa-se o ramo ascendente da Célula de Walker (favorável à formação de nuvens convectivas profundas) sobre o Pacífico oeste e Austrália onde se tem águas quentes e pressões baixas. Por outro lado, manifesta-se sobre a região do Pacífico Leste, próximo do Peru e Equador, onde se verifica a presença de águas frias (devido à ressurgência - afloramento na superfície das águas oceânicas advindas do fundo do Oceano Pacífico) e pressões altas.



Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-2- Esquemática da Célula de Walker sobre a Bacia do Pacífico Tropical.**

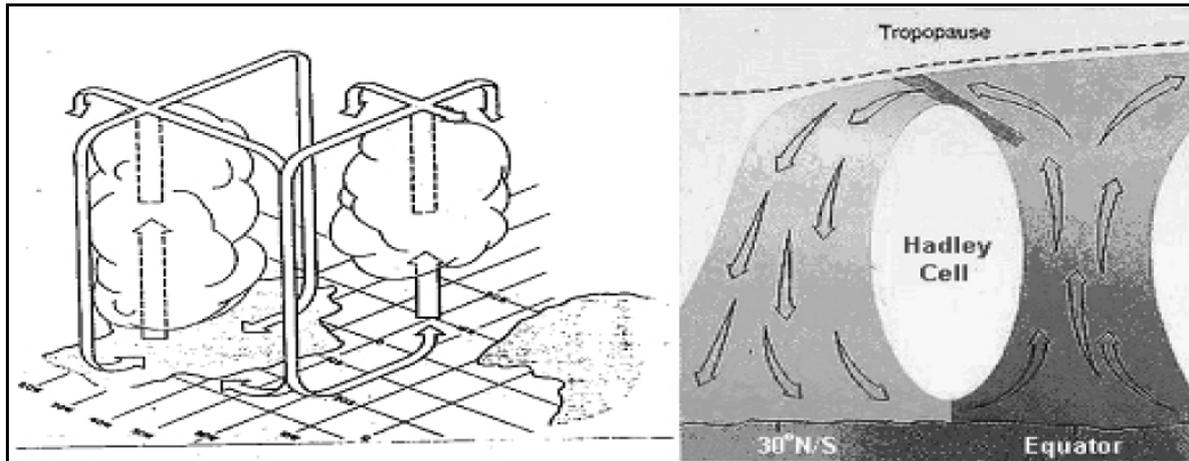
A **Figura 2.2.2.1-3** ilustra a esquematização da circulação atmosférica de grande escala no sentido zonal (Célula de Walker) modificada em associação ao episódio *El Niño* sobre o Oceano Pacífico. Sobre a região do Pacífico centro-leste, incluindo Peru/Equador, observa-se a ramo ascendente (favorável à formação de nuvens) da Célula de Walker e, por outro lado, sobre o Pacífico oeste/norte da Austrália e também no Atlântico Equatorial, incluindo o leste da Amazônia e norte do Semiárido Nordeste (onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – OuroLândia II) observa-se o ramo descendente (que inibe a formação de nuvens).



Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-3 - Esquemática da circulação atmosférica de grande escala no sentido zonal (Célula de Walker) modificada em associação ao episódio *El Niño* sobre o Oceano Pacífico.**

A **Figura 2.2.2.1-4**, por sua vez, representa o Diagrama Esquemático da Circulação de Hadley-Walker sobre a América do Sul tropical e o setor do Atlântico Sul Tropical. A nebulosidade sobre o oceano representa a atividade convectiva sobre a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, e o diagrama esquemático da Célula de Hadley.



Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-4 - Diagrama Esquemático da Circulação de Hadley-Walker sobre a América do Sul tropical e o setor do Atlântico Sul Tropical**

#### 2.2.2.1.2.2 - Caracterização dos Sistemas Atmosféricos e Eventos Extremos

É importante conhecer os sistemas atmosféricos que atuam em uma região, pois eles influenciam fortemente as condições de tempo e clima. A circulação atmosférica é o resultado do aquecimento diferencial da superfície terrestre pela radiação solar (FERREIRA e MELLO, 2004). Um sistema atmosférico pode ter uma dimensão horizontal em um determinado período de tempo, e, de acordo com essas características, podem ser denominados como:

- sistemas sinóticos - dimensões da ordem de algumas centenas de quilômetros e duração que varia de 1 dia a meses;
- sistemas de mesoescala - dimensões da ordem de 1 a 100 quilômetros e duração de 1 hora a 1 dia.

Os sistemas atmosféricos que predominam na área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Frentes Frias, Linhas de Instabilidade (LITs), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Ondas de Leste e Oscilação 30 - 60 dias.

#### 2.2.2.1.2.2.1 - Sistemas Atmosféricos de Escala Sinótica

##### Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

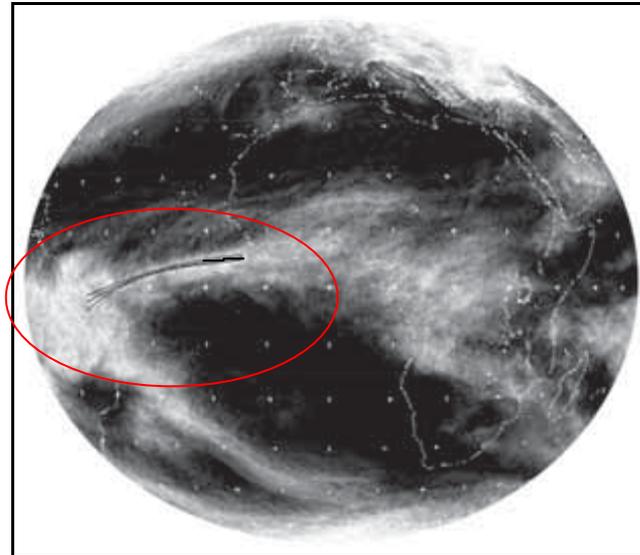
A zona de convergência intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos. Devido à sua estrutura física, a ZCIT tem se mostrado decisiva na caracterização das diferentes condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical.

Na maior parte dos trópicos, a estrutura da baixa troposfera é caracterizada por duas correntes de ar: uma corrente meridional geralmente úmida, mas bastante fria, com um componente sudoeste, com o qual forma uma cunha sob um ar quente e relativamente seco com um componente de nordeste (AYOADE, 2002). A zona limite entre essas duas correntes é marcada por uma banda de nuvens, que circunda a faixa equatorial do globo terrestre (**Figura 2.2.2.1-5** e **Figura 2.2.2.1-6**), e é conhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).



Fonte: FUNCEME, 2014.

**Figura 2.2.2.1-5 - Banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre.**



Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-6 - Combinação das imagens globais do satélite Meteosat VI no canal infravermelho entre os dias 21-28/ março/97. As linhas tracejadas representam o posicionamento do eixo da ZCIT sobre a Bacia do Oceano Atlântico Tropical. Linhas pretas representam o posicionamento médio do eixo da ZCIT sobre o Atlântico Tropical.**

A ZCIT é formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. O choque entre esses ventos faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação das nuvens, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo, então, a formação das nuvens. Nesta região, devido à Convergência dos alísios com movimentos de ar ascendentes, forma-se um centro de baixa pressão do ar com muita umidade, ocasionando a formação de nuvens de grande extensão do tipo cúmulus e precipitações no norte e nordeste do país (UVO, 1989). A ZCIT é mais significativa sobre os Oceanos e por isso, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é um dos fatores determinantes na sua posição e intensidade.

Estudos observacionais têm mostrado que, em geral, a ZCIT interage com outros sistemas meteorológicos que atuam sobre o Nordeste durante os meses chuvosos, destacando-se os Distúrbios Ondulatórios de Leste e a formação de Linhas de Instabilidade ao longo da costa norte brasileira. Pode-se também verificar a interação da ZCIT com sistemas meteorológicos que atuam nos altos níveis (Vórtices Ciclônicos), os quais, dependendo da posição na qual se encontram, tanto podem inibir como favorecer a ocorrência de chuvas sobre o Nordeste Brasileiro.

A LT 500 kV Gilbués II – Ouroilândia II está parcialmente inserida sob o domínio do clima semiárido. De acordo com o MMA (2005), as zonas marcadas pelo clima semiárido são caracterizadas por longas secas, onde a frequência das chuvas é reduzida, má distribuída e em pouca quantidade. As áreas mais afetadas pelas secas no Nordeste são as que se encontram sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

### **Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**

A Zona de Convergência do Atlântico Sul é uma banda de nebulosidade convectiva que se estende de noroeste a sudeste sobre a América do Sul e mostra uma interação entre sistemas tropicais e extratropicais. Esta banda aparece na primavera e verão algumas vezes no outono, mas nunca no inverno. A principal característica para o desenvolvimento desta banda é uma forte convecção sobre a América do Sul tropical, o que é frequente no verão e o deslocamento de sistemas frontais de latitudes médias em direção a nordeste, ao longo da costa do Brasil. Uma revisão de estudos sobre este sistema pode ser encontrada em Rocha e Gandu (1996).

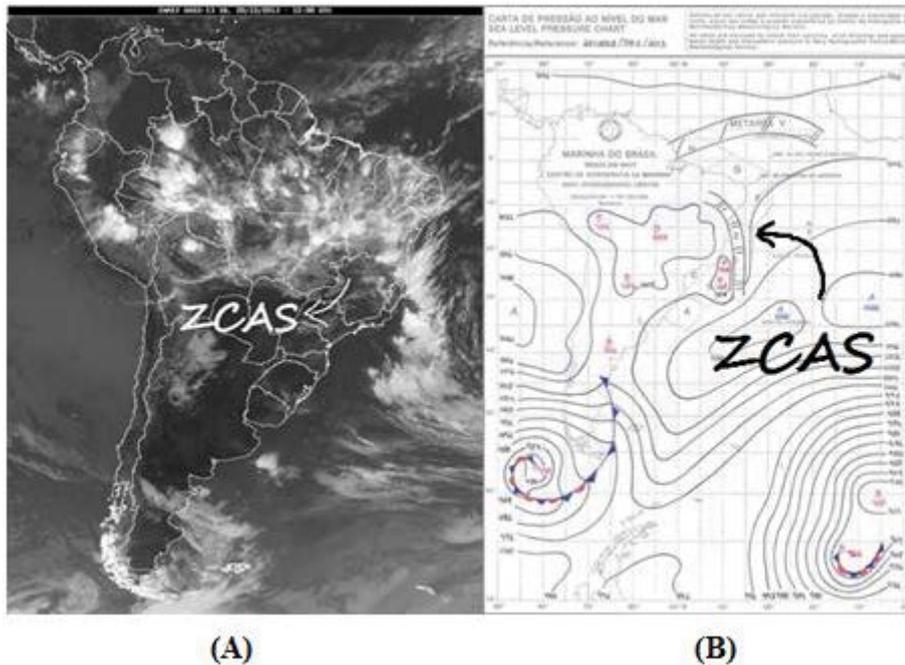
De acordo com ABREU (1998):

*“A ZCAS portanto é formada pela associação entre a Frente Polar Atlântica e a convecção tropical, principalmente proveniente da região amazônica. Este é um fenômeno climático (Rocha e Gandu, 1996). Ela apresenta uma banda de nebulosidade orientada noroeste-sudeste que é observada tanto nos dados de precipitação, quanto nas imagens de satélites meteorológicos e nas observações de Radiação de Onda Longa emitida para o espaço.”*

Embora a ZCAS seja observada em quase todos os verões, são observadas variações mensuráveis na distribuição da área afetada pela mesma, principalmente do que concerne à intensidade das chuvas.

Um dos fatores que influenciam para a formação da ZCAS seria a presença do VCAN no Nordeste Brasileiro que impossibilita o deslocamento dos Sistemas Frontais fazendo-os permanecerem semi-estacionários no litoral da região Sudeste favorecendo assim a configuração do sistema. As ZCAS geralmente provocam chuvas acima da média nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No entanto, quando ocorre uma variabilidade na sua posição média este sistema pode ocasionar anomalias de precipitação no sul do Nordeste Brasileiro (Chaves e Cavalcanti, 2001).

A **Figura 2.2.2.1-7** apresenta a ZCAS sobre o Nordeste Brasileiro, onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroilândia II.



Fonte: (A) INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), consulta feita em julho de 2015; (B) Marinha do Brasil, consulta feita em julho de 2015.

**Figura 2.2.2.1-7 - (A) Imagem do satélite meteorológico GOES 13, canal infravermelho, IR 4 do dia 20/12/2013 - 12 UTC, mostrando a área de atuação da ZCAS. (B) Carta de pressão 12 GMT - 20/12/2013, mostrando a atuação de uma ZCAS sobre a porção Sul do Nordeste Brasileiro.**

A ZCAS pode causar alagamentos, deslizamentos e transbordamentos de rios, por outro lado, a sua descaracterização é marcada pela ausência de chuvas e pode representar longos períodos de estiagem e má distribuição das chuvas. A ZCAS é o limite em direção ao pólo da massa de ar úmido de origem tropical ou monçônica associada a um grande gradiente de umidade em baixos níveis (CAVALCANTI *et al*, 1986).

### Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN)

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) são definidos como sistemas fechados de baixa pressão, atuantes em escala sinótica, que se formam na alta troposfera (GAN e KOUSKY, 1982). Também conhecidos como “baixas frias da alta troposfera”, os VCANs são constituídos por sistemas de baixa pressão, cuja circulação ciclônica fechada é caracterizada por baixas temperaturas em seu centro (com movimento subsidente de ar seco e frio) e temperaturas mais elevadas em suas bordas (com movimento ascendente de ar quente e úmido).

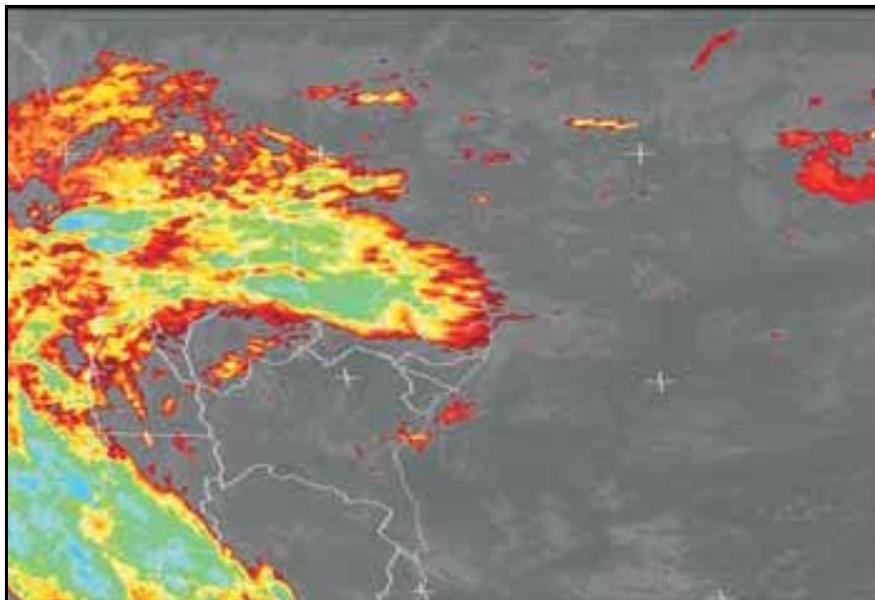
As chuvas que ocorrem em decorrência dos VCANs são provocadas pela instabilidade atmosférica gerada pela presença de frentes frias localizadas no setor centro-sul do Nordeste.

De acordo com CAMPOS e STUDART (2003):

*“Quando há a ocorrência de VCANs, é comumente observado céu claro nas regiões localizadas abaixo de seu centro e tempo chuvoso das regiões sobre sua periferia. Em geral, a parte norte do Nordeste, experimenta um aumento de nebulosidade associada a chuvas fortes à medida que o vértice se move para a costa; as partes sul e central do Nordeste, por sua vez, apresentam diminuição de nebulosidade.”*

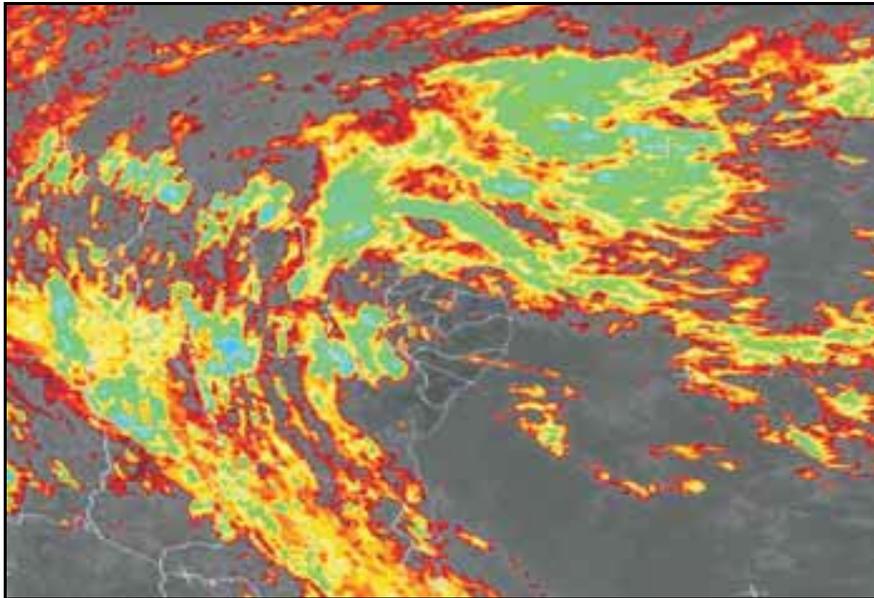
É possível concluir que os VCANs podem contribuir com chuvas intensas, ocorrendo nas bandas de nebulosidade que residem na periferia do sistema; ou com estiagem, considerado que no centro do sistema o movimento subsidente do ar inibe a formação de nuvens. A contribuição para chuvas ou estiagem depende da região sob influência do VCAN.

Um exemplo típico da forte atuação destes sistemas foi o mês de janeiro/98 (**Figura 2.2.2.1-8**) e (**Figura 2.2.2.1-9**), com chuvas abundantes no Nordeste sendo geradas pela presença de VCAN, que foram frequentes ao longo do mês. Outro exemplo de ocorrência pronunciada do VCAN ocorreu em dezembro/97 sobre o nordeste brasileiro (**Figura 2.2.2.1-10**).



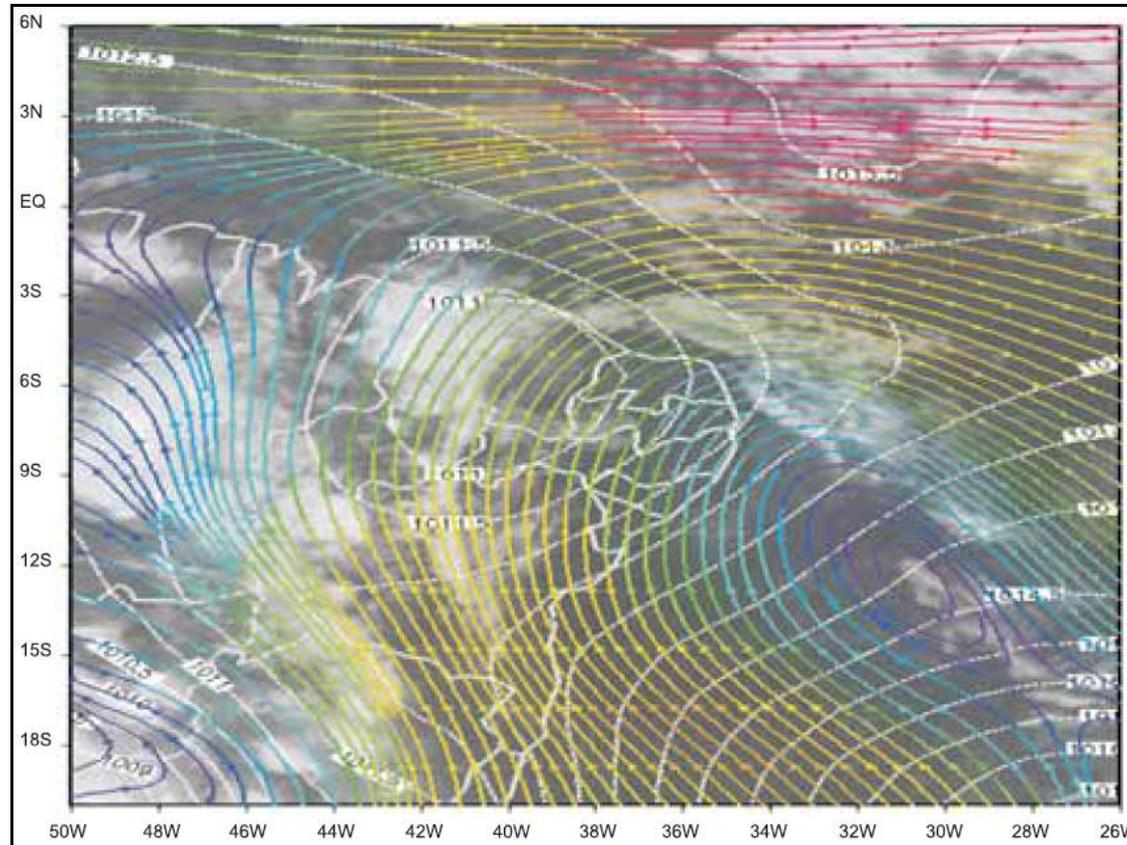
Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-8 - Imagens do Satélite Meteosat VI, canal infravermelho, com realce de cores, sobre a Região Nordeste do Brasil para o dia 10/01/98, às 15 h, mostrando uma frente fria sobre a Região Sudeste associada a um VCAN sobre a Região Nordeste, causando intensa nebulosidade na parte norte da Região e céu claro no setor central e sul da mesma.**



Fonte: FUNCEME, 2005.

**Figura 2.2.2.1-9 - Imagens do Satélite Meteosat VI, canal infravermelho, com realce de cores, sobre a Região Nordeste do Brasil para o dia 29/01/98 às 23 h, mostrando uma frente fria sobre a Região Sudeste associada a um VCAN sobre a Região Nordeste, causando intensa nebulosidade na parte norte da Região e céu claro no setor central. A frente posicionada um pouco mais ao norte e ocasiona formação de áreas de instabilidade em grande parte da Região Nordeste e Oceano Atlântico adjacente.**



Fonte: FUNCEME, (2005).

**Figura 2.2.2.1-10 - Imagem do satélite Meteosat VI no canal infravermelho, dia 14/12/97 às 21 h local, mostrando a atuação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) sobre as proximidades da Região Nordeste (seu centro sobre o Oceano Atlântico Tropical). Plotadas sobre a imagem em cores são mostradas as linhas de corrente (fluxo de vento predominante) em 200 hPa e a linha tracejada em branco indica o campo de Pressão à Superfície do Mar (PNM).**

Coordenador:

Técnico:

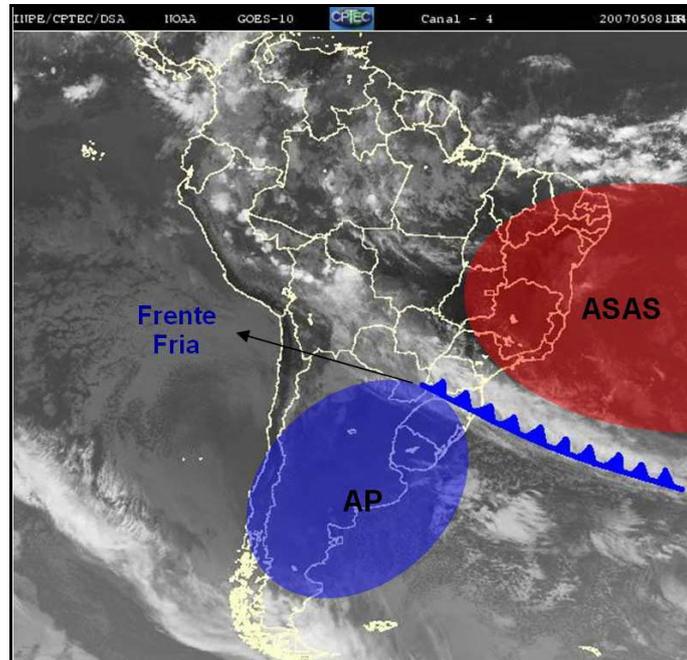
## Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)

O Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul atua na parte leste do continente Sulamericano durante quase todo o ano, mas sofre variações em sua posição. Um Anticiclone é uma região de circulação do ar no sentido anti-horário no plano horizontal do ar. Esse sistema apresenta variação sazonal leste-oeste, ou seja, ele se posiciona a leste do continente no mês de outubro e abril, e se posiciona mais a oeste em julho/agosto e de janeiro a março (ITO & AMBRIZZI, 2012).

A temperatura e umidade em seu interior são relativamente elevadas, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema, quando o tempo tende a ser seco, ensolarado e quente. No inverno, o ASAS exerce uma maior penetrabilidade continental, influenciando os setores leste e central do Brasil.

O ASAS atua na região da LT, principalmente no período de inverno. Esse sistema influencia a subsidência de ar, ou seja, o ar é empurrado para baixo, dificultando a formação de nuvens. Os efeitos do ASAS na região em estudo podem ser observados com a queda de temperatura, principalmente quando encontram frentes polares que chegam na região no período de inverno. Sobre o ASAS predominam movimentos descendentes e inibição na formação de nuvens, refletindo nos baixos índices pluviométricos no Nordeste do Brasil (Silva, 1991).

A **Figura 2.2.2.1-11** apresenta o ASAS atuando na região nordeste, onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II.



Fonte: FRANCA, 2009.

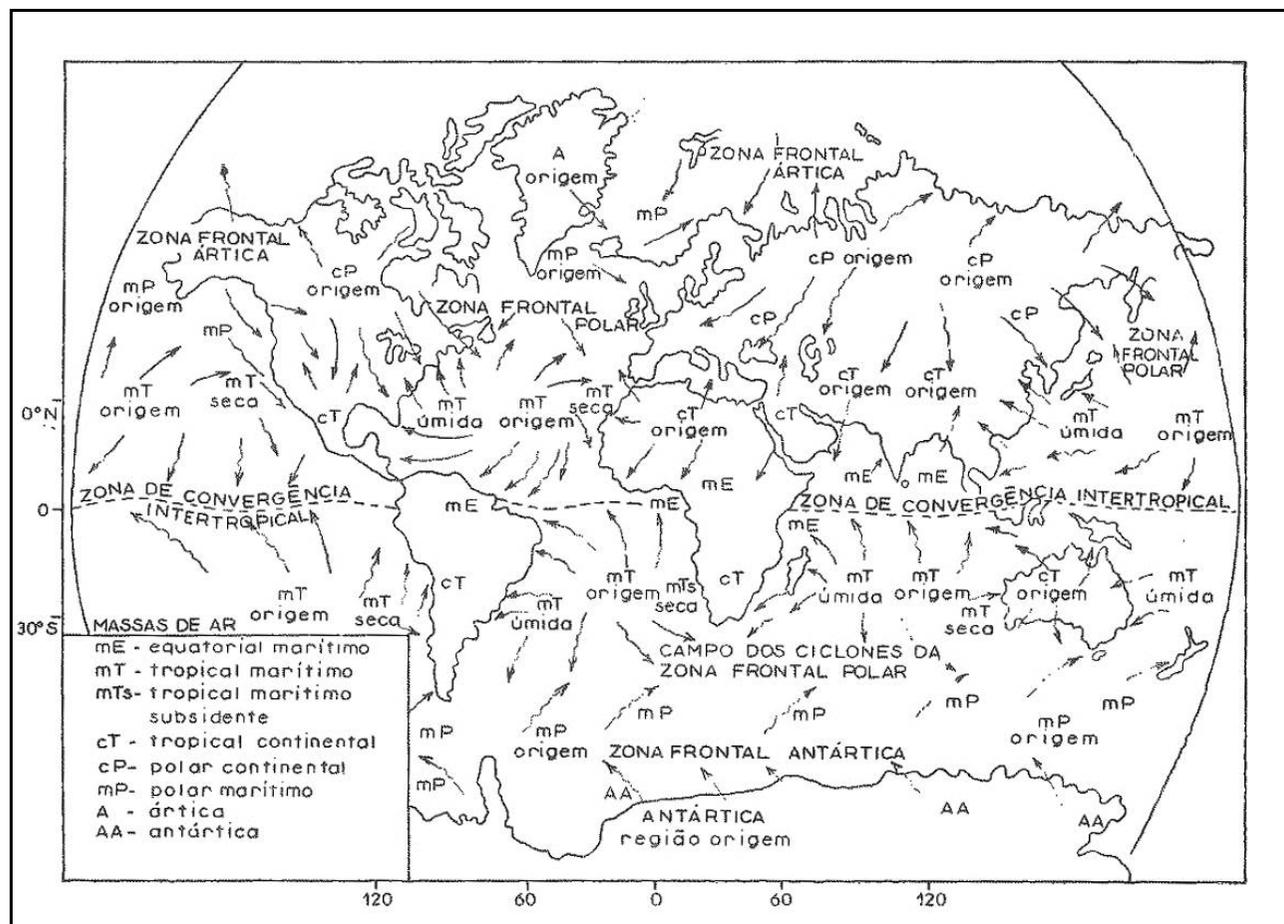
**Figura 2.2.2.1-11 – Imagem de satélite da América do Sul, destacando uma frente fria, o APM (azul) e o ASAS (vermelho).**

### Frentes Frias

De acordo com AYOADE (2002), as depressões frontais se desenvolvem somente onde massas de ar de propriedades diferentes existem para estimular a frontogênese (formação ou intensificação das frentes). As frentes são definidas como zonas limite que separam massas de ar com propriedades diferentes. As massas de ar, por sua vez, originam-se em áreas onde existem condições que favoreçam o desenvolvimento de vastos corpos de ar horizontais e uniformes, as quais são geralmente extensas e fisicamente homogêneas. Na área em que se originam as frentes, deve haver também estagnação da circulação atmosférica para permitir que a massa de ar adquira a umidade e as propriedades térmicas da superfície adjacente. Como importantes fontes produtoras de frente podemos citar:

- As planícies árticas, cobertas de neve, da América do Norte, Europa e Ásia;
- Os oceanos tropicais e subtropicais;
- O deserto do Saara;
- Os interiores continentais da Ásia, Europa e América do Norte.

De acordo com AYOADE (2002), as massas de ar são muito importantes no estudo do tempo e do clima porque os influenciam diretamente na área na qual predominam. As principais massas de ar do mundo estão registradas na **Figura 2.2.2.1-12**.



Fonte: AYOADE (2002).

**Figura 2.2.2.1-12 - Principais massas de ar do globo (conforme Atkinson, 1972)**

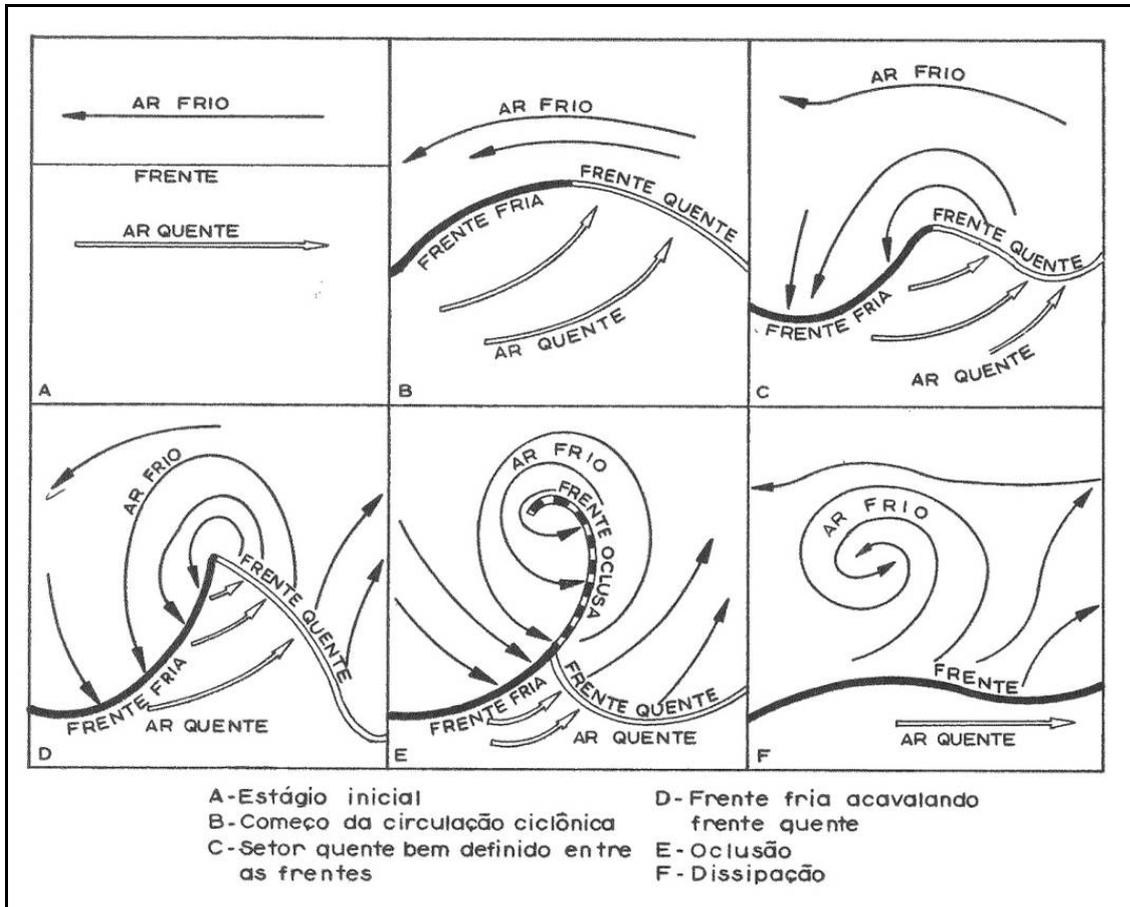
AYOADE (2002) coloca que três condições devem ser verificadas para que a frontogênese (conseqüentemente as depressões frontais) possa ocorrer:

- 1 – Devem existir duas massas de ar adjacentes de temperaturas diferentes;
- 2 – Deve haver circulação atmosférica com um forte fluxo convergente para transportar as massas de ar uma de direção à outra;
- 3 – Deve haver uma suficiente força de Coriolis para garantir que o ar quente não permaneça sobre o ar frio.

A depressão frontal é constituída de seis estágios:

- 1 – estágio inicial, onde a frente não está perturbada;
- 2 – marca o início da circulação ciclônica, com o desenvolvimento de uma onda de baixa amplitude sobre a mesma;
- 3 – o setor quente é bem definido entre as frentes de setor frio e de setor quente;
- 4 – a frente fria começa a alcançar a frente quente;
- 5 – há uma oclusão;
- 6 – marca o estágio de desaparecimento da depressão. O setor quente foi eliminado e sobre um vórtice de ar frio. O período de existência é de aproximadamente 4 a 7 dias.

Os seis estágios se encontram ilustrados na **Figura 2.2.2.1-13**.

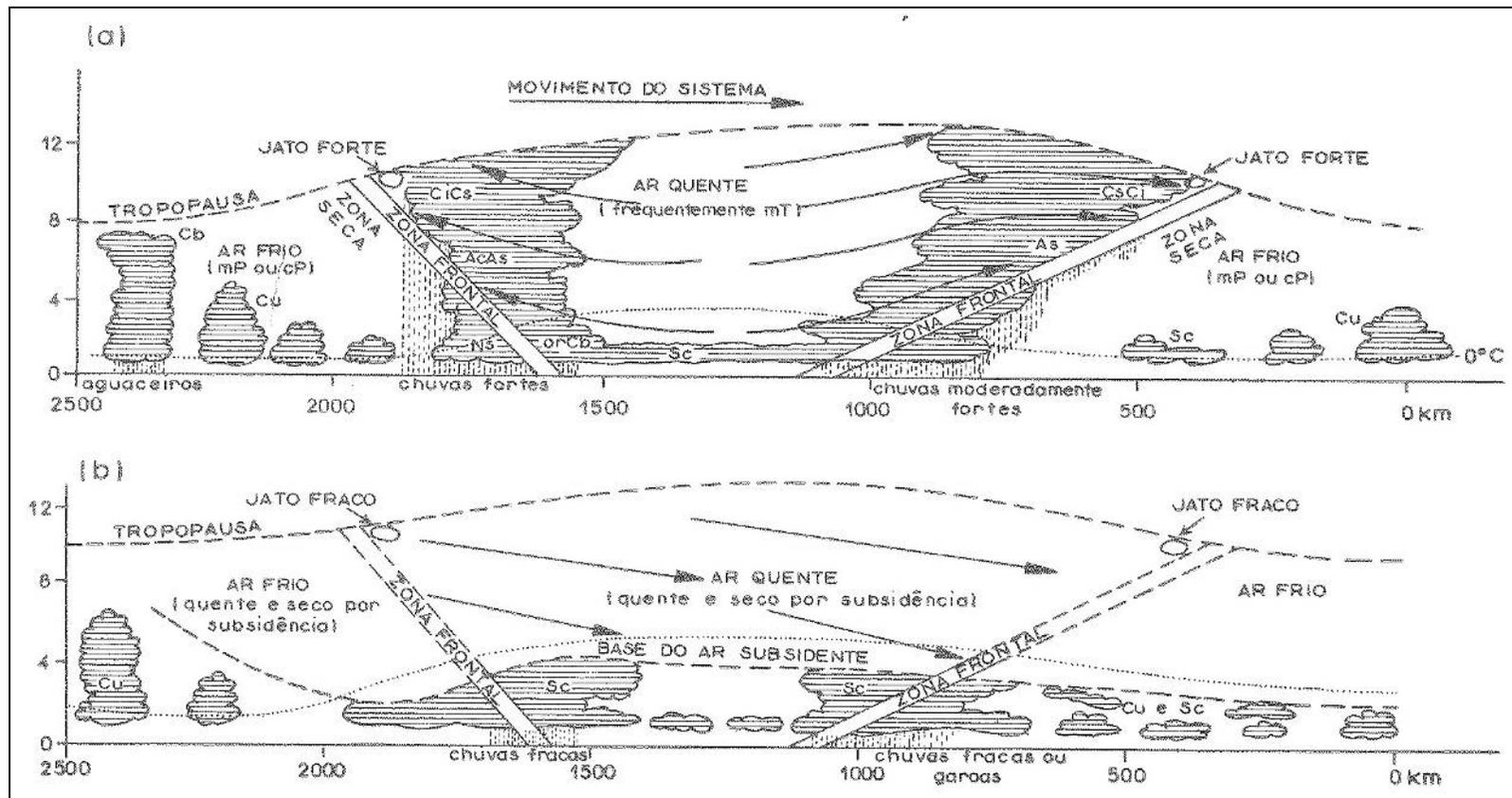


Fonte: AYOADE (2002).

**Figura 2.2.2.1-13 - Os estágios no ciclo de vida de uma depressão frontal.**

Pode-se afirmar que a frente fria é uma zona onde há ascensão forçada do ar quente sobre o ar frio. As mudanças no tempo ocasionadas pelas frentes frias são muito rápidas considerando que as frentes frias se movem a razão de aproximadamente 50-80 km/h.

A **Figura 2.2.2.1-14** ilustra uma seção transversal em uma depressão frontal responsável pela formação de uma frente fria.



Fonte: AYOADE (2002).

**Figura 2.2.2.1-14 - Seções transversais em duas depressões frontais: a) quando o ar quente eleva-se relativamente às superfícies frontais originando espessas nuvens frontais; b) quando o ar superior desliza relativamente às superfícies frontais e a grandeza vertical das nuvens fica limitada pela inversão da subsidência (conforme Riley e Spolton, 1974).**

Coordenador:

Técnico:

As frentes frias são aglomerados de nuvens que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio e uma massa de ar quente. A massa de ar frio (mais densa) penetra por baixo da massa de ar quente (menos densa), fazendo assim, com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens, e, conseqüentemente, as chuvas. A penetração de sistemas frontais no Nordeste Brasileiro ocasiona prolongados períodos de chuvas no centro-sul da Bahia e no sul do estado do Piauí e desempenham um importante papel no seu regime de precipitação.

A **Figura 2.2.2.1-15** mostra, através de imagens do satélite METEOSAT-7, o posicionamento de uma Frente Fria adentrando a região Nordeste pelo sul do estado da Bahia.



Fonte: FUNCEME, 2014.

**Figura 2.2.2.1-15 - Os estágios no ciclo de vida de uma depressão frontal.**

As Frentes Frias que penetram nas regiões de latitudes tropicais são responsáveis pela ocorrência de chuvas na região nordeste do Brasil, principalmente, no período entre novembro a janeiro (FERREIRA & MELLO, 2004).

As ZCIT, VCANs e as Frentes Frias são os principais causadores de chuvas no nordeste brasileiro.

#### 2.2.2.1.2.2.2 - Sistemas Atmosféricos de Mesoescala

##### **Linhas de Instabilidade**

De acordo com CAMPOS e STUDART (2003):

*“As brisas marítimas e terrestres são circulações locais que ocorrem em resposta ao gradiente horizontal de pressão que, por sua vez, é provocado pelo contraste de temperatura diário entre oceano e continente” (Chandler, 1972 e Hawkins, 1977 apud Campos e Studart 2003).*

Uma das principais características dessa brisa marítima é a formação de uma linha de nuvens pesadas ao longo do extremo norte-nordeste da América do Sul. Essa linha de nuvens constituída por nuvens do tipo *Cumulonimbus*, pode se propagar como uma Linha de Instabilidade, ocasionando chuvas na região Nordeste.

Segundo CAMPOS e STUDART (2003), o desenvolvimento dessa linha de nuvens ao longo da costa sofre variação sazonal tanto na localização como na frequência. Também são comuns variações da intensidade no decorrer do ano.

As Linhas de Instabilidade ocorrem com maior frequência ao norte do equador, no entanto, as mais intensas ocorrem, em geral, ao sul do equador durante verão e outono, na maior parte das vezes associadas à intensa atividade convectiva da ZCIT.

De acordo com CAMPOS e STUDART (2003):

*“Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva na costa Norte-Nordeste do Brasil, a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente e ausência de precipitação na costa Norte-Nordeste do Brasil”.*

Mesmo com o desenvolvimento das Linhas de Instabilidade associadas à brisa marítima sendo diretamente dependente da localização e da intensidade dos sistemas sinóticos, a atividade convectiva ligada aos mesmos pode, em alguns casos isolados, formar-se isoladamente sob influência apenas da diferença de aquecimento superficial diurno (CAMPOS e STUDART, 2003).

A **Figura 2.2.2.1-16** mostra a Imagem do satélite METEOSAT-7 ressaltando uma linha de nuvens pesadas, caracterizando uma Linha de Instabilidade sobre o Nordeste Brasileiro, onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouarolândia II.



Fonte: FUNCEME, 2014.

**Figura 2.2.2.1-16 - Linha de Instabilidade atuando sobre o Nordeste Brasileiro.**

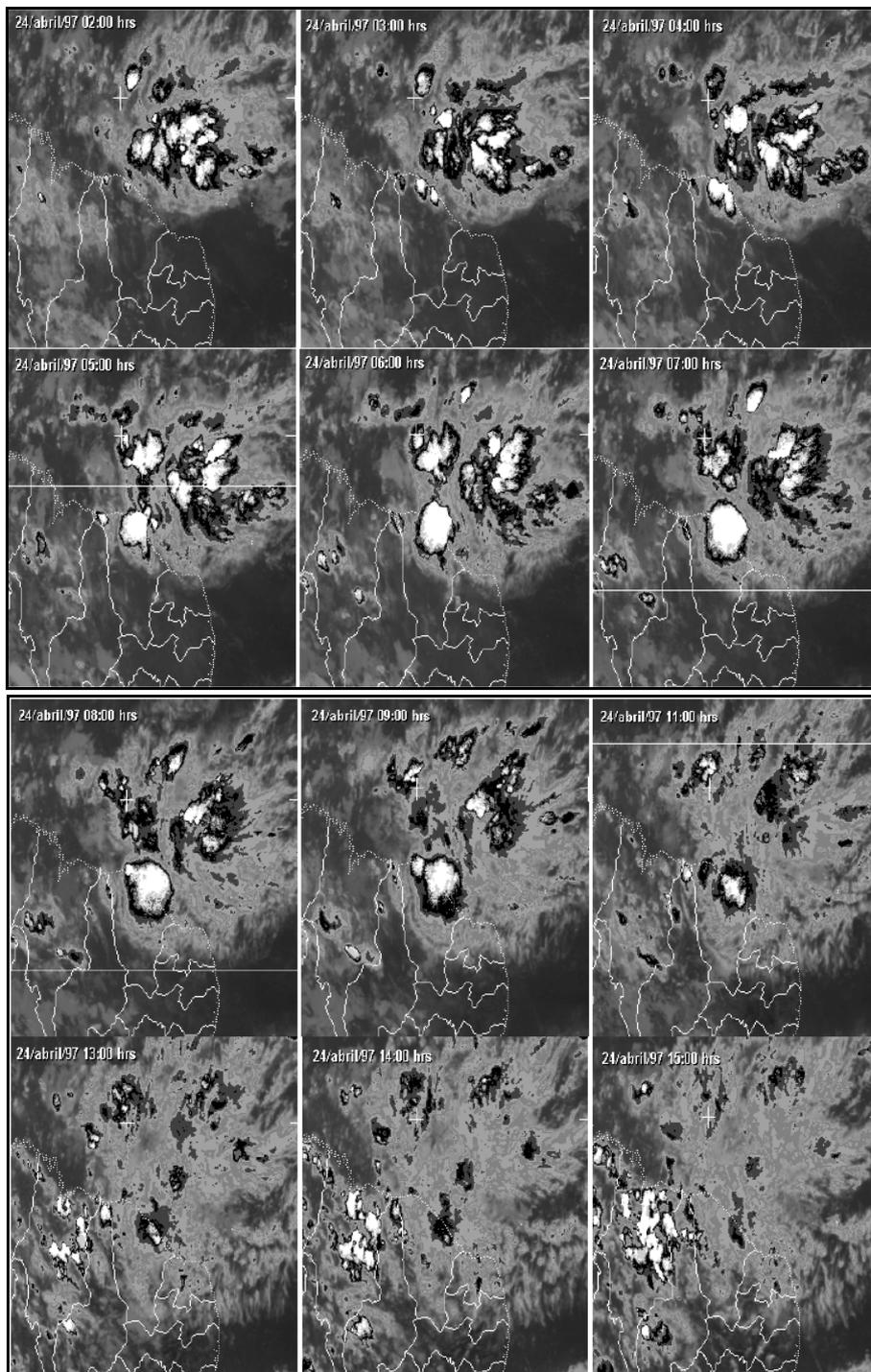
As Linhas de Instabilidade são, normalmente, formadas pelo encontro de uma massa de ar úmido vindo do oceano, com uma massa de ar seco do continente (SANT'ANNA NETO, 2005). Geralmente, as Linhas de Instabilidade antecedem a passagem de uma frente fria, e estão associadas a fortes pancadas de chuva, granizo, descargas elétricas ou trovoadas (CPTEC, 2010).

As LITs provocam precipitações na região da LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II, principalmente na Bahia, sendo mais comum no período de verão quando é maior o índice de chuvas, podendo ocorrer também, com menor frequência, no inverno.

### **Complexos Convectivos de Mesoescala**

De acordo com SOUZA e ALVES (1998), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são caracterizados como um aglomerado de nuvens frias e espessas, com formato circular e crescimento vertical explosivo num intervalo de tempo entre 6 a 12 horas. Frequentemente os Complexos Convectivos de Mesoescala associam-se com eventos de precipitação intensa, acompanhados de fortes rajadas de vento.

De acordo com SOUZA e ALVES (1998), observa-se a formação de Complexos Convectivos de Mesoescala no Nordeste brasileiro associados à ocorrência de pancadas de chuva isolada. A formação do CCM pode ser diretamente observada na **Figura 2.2.2.1-17**.



Fonte: SOUZA e ALVES (1998).

**Figura 2.2.2.1-17 - Sequência horária das imagens do satélite Meteosat-6, no canal infravermelho, setorizadas para a região do Nordeste brasileiro e realçadas para visualizar as células convectivas profundas (cumulonimbus), durante o dia 24/04/97.**

## Ondas de Leste

Segundo ALVES *et al.* (2006), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), também conhecidos como ondas de leste (*easterly waves*), são sistemas de grande escala que atuam sobre a costa norte e nordeste da América do Sul. Ainda de acordo com ALVES *et al.* (2006), as principais características dos DOL são:

- período predominante de 3-5 dias;
- velocidade de propagação em torno 10 m s<sup>-1</sup>;
- comprimento de onda de cerca de 4.000 km.

Ondas de leste podem ser caracterizadas como ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

Segundo Nimer (1979) e Silva (2007), elas ocorrem com mais frequência durante os meses de outono e inverno (de maio a agosto), tornando-se menos comuns durante as outras estações.

A **Figura 2.2.2.1-18**, mostra uma imagem do Satélite Meteosat-7 com nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.



Fonte: FUNCEME (2014).

**Figura 2.2.2.1-18 - Nebulosidade associada às Ondas de Leste.**

### Oscilação 30 - 60 dias

De acordo com NASCIMENTO e BRITO (2002), as principais características observacionais da oscilação de 30-60 dias (Oscilação de Madden e Julian) são as seguintes:

*“a) caracterizada por anomalias, em escala global, nos campos de vento e convecção tropicais, inclusive com uma modelação nas atividades de monções dos Hemisférios Norte e Sul;*

*b) apresenta uma periodicidade que pode variar de 30 a 60 dias;*

*c) as anomalias de convecção e de circulação associadas com a Oscilação de Madden e Julian tendem a se propagar para leste com o tempo;*

*d) nos trópicos, as anomalias do vento zonal na baixa e alta troposfera estão fora de fase na escala de tempo de 30-60 dias;*

*e) a oscilação não apresenta variação sazonal sistemática, em amplitude e periodicidade, mas apresenta sazonalidade nas regiões de máxima variabilidade de radiação de onda longa emitida para o espaço e na resposta extratropical;*

*f) há evidências de uma associação entre flutuações na convecção tropical e anomalias da circulação em latitudes médias na escala de tempo de 30-60 dias;*

*g) oscilações atmosféricas intrasazonais, caracterizadas por propagação para leste das anomalias do vento tropical de grande escala, foram observadas nos modelos de circulação geral.*

*Sinais da Oscilação de Madden e Julian também foram relacionados com as anomalias de precipitação, radiação de onda longa emitida para o espaço e circulação troposférica superior, durante o verão, sobre a América do Sul, inclusive o Nordeste do Brasil (Kayano et al., 1990).*

*Portanto, a Oscilação de Madden e Julian está relacionada, de modo geral, com anomalias da circulação atmosférica e convecção tropical que se propagam para leste, na região equatorial, ao redor do globo com uma periodicidade entre 30 e 60 dias.”*

Logo, conclui-se que a Oscilação de Madden e Julian é um Sistema Atmosférico determinado por uma onda de pressão que se desloca de oeste para leste contornando o globo terrestre num período entre 30 a 60 dias. Durante o seu deslocamento, esse Sistema Atmosférico pode favorecer ou inibir a chuva, dependendo de sua fase, quando perpassa a região nordeste brasileira, onde está inserida a área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II.

#### 2.2.2.1.2.2.3 - Eventos Extremos

Os eventos extremos que podem ocorrer na área de estudo da LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II, de uma maneira geral, estão associados aos fenômenos *La Niña* e *El Niño*/Oscilação Sul. O *El Niño* é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais do Pacífico Equatorial. Em ano com ocorrência de *El Niño* o período de estiagem é longo, e, conjugado às deficiências de chuvas, a vazão dos rios é diminuída, podendo prejudicar o setor de energia elétrica (OLIVEIRA, 2001). O *La Niña*, fenômeno oposto ao *El Niño*, é o fenômeno que causa resfriamento anômalo da temperatura da superfície do mar (TSM) do Pacífico Tropical. Os efeitos do *La Niña* são acompanhados, normalmente, por chuvas acima do normal. Cada um desses fenômenos será mais detalhado a seguir:

#### ***La Niña***

Este fenômeno corresponde ao resfriamento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Este fenômeno é natural que tem como consequência direta fortes mudanças na dinâmica geral da atmosfera, alterando assim o comportamento climático. Em função dessas alterações, os ventos alísios ficam mais intensos e as águas mais frias, situações que caracterizam o fenômeno. As alterações estendem-se numa faixa de largura de cerca de 10 graus de latitude ao longo do equador desde a costa peruana até aproximadamente 180 graus de longitude no Pacífico Central (CPTEC, 2012).

Em geral um episódio de *La Niña* se inicia e atinge a intensidade máxima no mesmo ano em que se iniciou, vindo a dissipar-se no final do ano seguinte. Essa é a evolução geral, no entanto, esse fenômeno pode durar até dois anos (CPTEC, 2012).

Os episódios de *La Niña* acabam contribuindo para a chegada de frentes frias ao nordeste brasileiro, favorecendo a ocorrência de chuvas acima da média sobre o semiárido nordestino quando associado ao Dipolo Térmico do Atlântico favorável, ou seja, com temperatura da superfície do mar acima da média no Atlântico Tropical Sul e abaixo da média no Atlântico Tropical Norte (CPTEC, 2012).

Durante os episódios de *La Niña*, os ventos alísios são mais intensos que a média. O Índice de Oscilação Sul (o indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica na superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental) apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental, em relação à pressão no Pacífico Ocidental (CPTEC, 2012).

Ao analisar os eventos passados do *La Niña* levando em consideração características de tempo e clima, pode-se constatar que este tem mais variabilidade, contrastando com o *El Niño* que apresenta uma maior consistência. De acordo com o CPTEC (2012), os principais efeitos de episódios do *La Niña* observados na área de estudo do empreendimento são:

- maior chegada das frentes frias até a Região Nordeste;
- possibilidade de chuvas acima da média sobre a região semiárida do Nordeste do Brasil. Essas chuvas só ocorrem, se simultaneamente ao *La Niña*, as condições atmosféricas e oceânicas sobre o Oceano Atlântico mostrarem-se favoráveis, isto é, com TSM acima da média no Atlântico Tropical Sul e abaixo da média no Atlântico Tropical Norte.

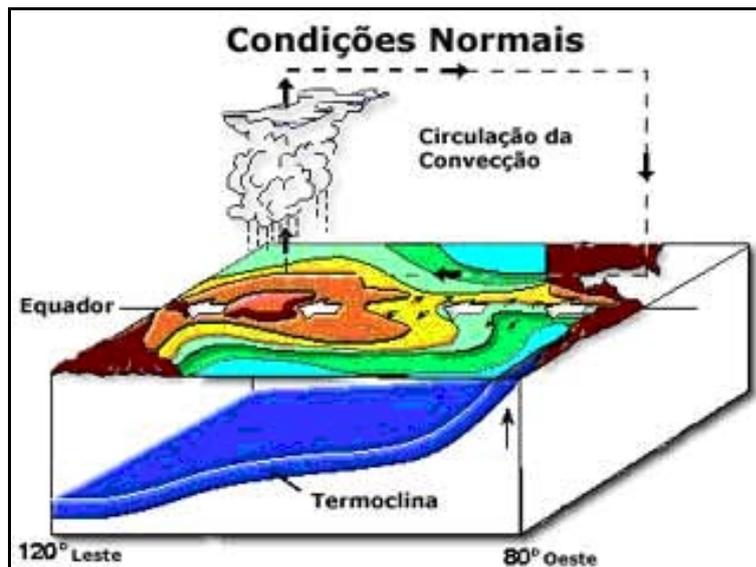
No **Quadro 2.2.2.1-2** pode-se observar os anos de ocorrência de *La Niña*.

**Quadro 2.2.2.1-2 - Anos de ocorrência do *La Niña*.**

Anos de ocorrência	Intensidade
1886	Forte
1903 - 1904	Forte
1906 - 1908	Forte
1909 - 1910	Forte
1916 - 1918	Forte
1924 - 1925	Moderada
1928 - 1929	Forte
1938 - 1939	Forte
1949 - 1951	Forte
1954 - 1956	Forte
1964 - 1965	Moderada
1970 - 1971	Moderada
1973 - 1976	Forte
1983 - 1984	Fraco
1984 - 1985	Fraco
1988 - 1989	Forte
1995 - 1996	Fraco
1998 - 2001	Moderada
2007 - 2008	Forte

Fonte: CPTEC, 2012.

A **Figura 2.2.2.1-19** mostra o comportamento dos ventos sobre o Pacífico Tropical em anos considerados normais. Nos anos sem a ocorrência de *La Niña*, pode-se ver a região com águas mais quentes representada pelas cores avermelhadas e mais frias pelas cores azuladas. Pode-se ver também a inclinação da termoclina, mais rasa junto à costa oeste da América do Sul e mais profunda no Pacífico Ocidental.



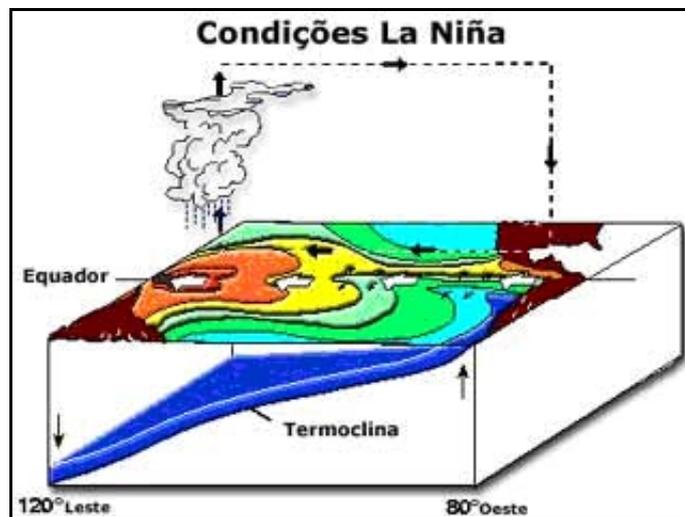
Fonte: CPTEC (2012).

**Figura 2.2.2.1-19 - Circulação observada no oceano Pacífico equatorial em anos normais.**

A **Figura 2.2.2.1-20**, por sua vez, mostra que em anos de ocorrência de *La Niña*, de acordo com o CPTEC (2012):

*“Com os ventos alísios mais intensos, mais águas irão ficar “represadas” no Pacífico Equatorial Oeste e o desnível entre o Pacífico Ocidental e Oriental irá aumentar. Com os ventos mais intensos a ressurgência (que faz com que as águas das camadas inferiores do Oceano, junto à costa oeste da América do Sul aflorem, trazendo nutrientes e que por isso, é uma das regiões mais piscosas do mundo) também irá aumentar no Pacífico Equatorial Oriental, e, portanto virão mais nutrientes das profundezas para a superfície do Oceano, aumentando então, a chamada ressurgência no lado Leste do Pacífico Equatorial. Por outro lado, devido a maior intensidade dos ventos alísios as águas mais quentes irão ficar represadas mais a oeste do que o normal e, portanto, novamente teríamos aquela velha história: águas mais quentes geram evaporação e conseqüentemente movimentos*

*ascendentes, que por sua vez geram nuvens de chuva e que geram a célula de Walker, que em anos de La Niña fica mais alongada que o normal. A região com grande quantidade de chuvas é do nordeste do Oceano Índico à oeste do Oceano Pacífico passando pela Indonésia, e a região com movimentos descendentes da célula de Walker é no Pacífico Equatorial Central e Oriental. É importante ressaltar que tais movimentos descendentes da célula de Walker no Pacífico Equatorial Oriental ficam mais intensos que o normal o que inibe, e muito, a formação de nuvens de chuva.”*



Fonte: CPTEC (2012).

**Figura 2.2.2.1-20 - Padrão de circulação observada em anos de La Niña na Região Equatorial do Oceano Pacífico.**

### ***El Niño/ Oscilação Sul***

De acordo com OLIVEIRA (2001), o *El Niño* constitui-se do aquecimento anômalo das águas superficiais do setor centro-leste do Oceano Pacífico, predominantemente na sua faixa equatorial. O *El Niño* também pode ser caracterizado por variações na atmosfera sobre a região de águas anormalmente aquecidas, ocorrendo em intervalos de 4 anos com duração de 6 a 15 meses. Este fenômeno oceânico-atmosférico afeta o clima regional e global, uma vez que ele muda a circulação geral da atmosfera, estando relacionado aos anos considerados secos ou muito secos.

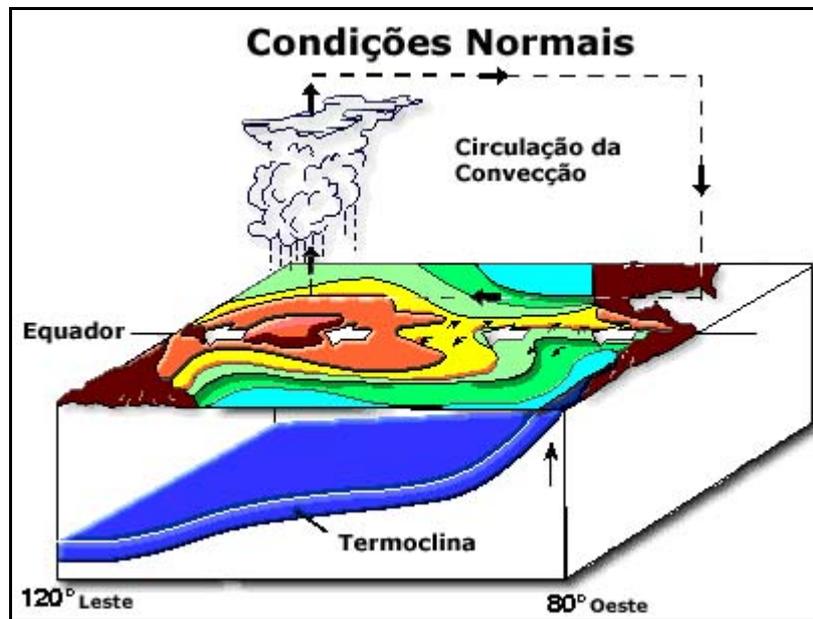
A Oscilação Sul, por sua vez, atua como um balanço atmosférico de massa de grande escala, balanço este que envolve trocas de ar entre os hemisférios leste e oeste, centradas nas latitudes tropicais e subtropicais (FUNCEME, 2005).

O *El Niño* é formado da seguinte maneira: em condições normais, os ventos Alísios sopram em direção à costa da Austrália e Indonésia, transportando as águas superficiais mais aquecidas do oceano Pacífico para essa direção. Com isso, as águas mais profundas e frias afloram na costa oeste da América do Sul, causando o fenômeno de ressurgência. O litoral do Peru é muito influenciado por essa ressurgência, e tem uma atividade pesqueira beneficiada por isso. O acúmulo de águas mais quentes próximo à costa leste da Oceania forma um Centro de Baixa Pressão, induzindo uma circulação conhecida como Célula de Walker. Nessa região ocorre formação de grandes nuvens e fortes chuvas, enquanto a circulação flui em direção a costa oeste da América do Sul, mais seca. Quando ocorre o *El Niño*, os ventos Alísios diminuem sua intensidade, ocorrendo o acúmulo das águas superficiais mais aquecidas no Pacífico central. Ocorre, portanto, diminuição das chuvas na Austrália e Indonésia. A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) torna-se mais quente em grande extensão do Oceano Pacífico Central e próximo à costa oeste da América do Sul. Com o aquecimento na parte central do oceano Pacífico, ocorre o deslocamento da Célula de Walker para essa região, mudando o padrão de circulação (CPTEC, 2012).

De acordo com o CPTEC (2012), os principais efeitos de episódios do *El Niño* observados na área de estudo do empreendimento são:

- A célula de Walker (circulação atmosférica sentido oeste-leste) modifica-se totalmente ocasionando ar descendente sobre a Amazônia e Nordeste do Brasil (**Figura 2.2.2.1-21**);
- Sobre o Atlântico equatorial, incluindo o leste da Amazônia e Semiárido Nordestino, nota-se predominância de um ramo de ar descendente inibindo a formação de nuvens.

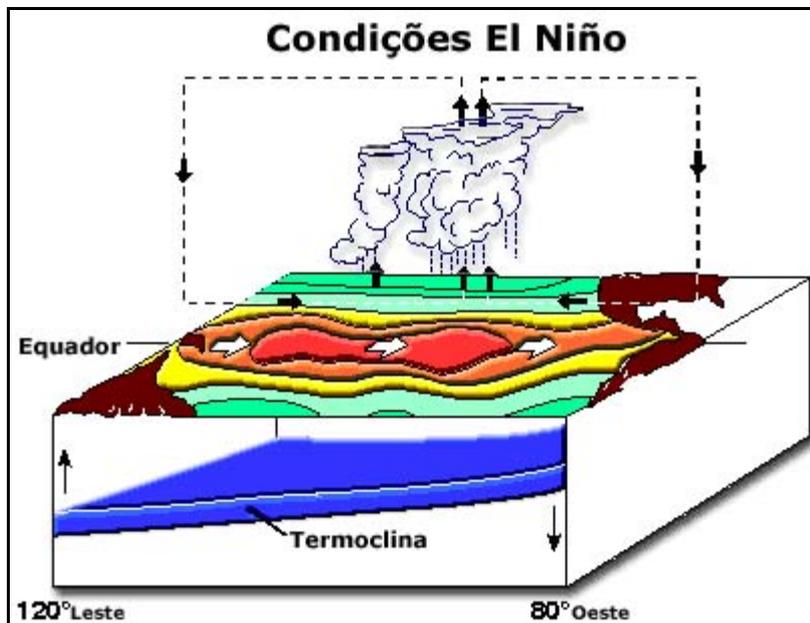
A **Figura 2.2.2.1-21** mostra o comportamento dos ventos sobre o Pacífico tropical em anos considerados normais. Nos anos em que não ocorre o *El Niño* é possível observar a presença de águas mais quentes representadas pelas cores avermelhadas e mais frias pelas cores azuladas no Oceano Pacífico. Pode-se observar também a inclinação da termoclina, mais rasa, junto à costa oeste da América do Sul e mais profunda no Pacífico Oriental.



Fonte: CPTEC (2012).

**Figura 2.2.2.1-21 - Circulação observada no oceano Pacífico equatorial em anos normais.**

Nos anos em que ocorre o *El Niño*, o comportamento dos ventos alísios se modifica, ficando esses enfraquecidos. O enfraquecimento dos ventos alísios acaba por acumular águas mais quentes no setor centro-leste do Pacífico gerando aumento dos movimentos ascendentes do ar e, como consequência, maior formação de nuvens e chuva sobre a região (CPTEC, 2012). A **Figura 2.2.2.1-22** mostra o comportamento dos ventos sobre o Pacífico tropical em anos com ocorrência de *El Niño*.



Fonte: CPTEC (2012).

**Figura 2.2.2.1-22 - Padrão de circulação observada em anos de *El Niño* na região equatorial do oceano Pacífico.**

Em anos de ocorrência de *El Niño*, os ventos em superfície, em alguns casos, chegam a mudar de sentido. Podem ser observadas águas quentes em praticamente toda extensão do Oceano Pacífico. A termoclina fica mais aprofundada junto à costa oeste da América do Sul, principalmente, devido ao enfraquecimento dos ventos alísios (CPTEC, 2012).

O **Quadro 2.2.2.1-3** apresenta os anos de ocorrência e a intensidade de ocorrência do *El Niño*.

**Quadro 2.2.2.1-3 - Anos de ocorrência e intensidade do *El Niño*.**

Anos de ocorrência	Intensidade
1877 - 1878	Forte
1899	Forte
1923	Moderada
1932	Moderada
1951	Fraco
1953	Fraco
1963	Fraco
1888 - 1889	Moderada
1896 - 1897	Forte
1902 - 1903	Forte
1905 - 1906	Forte

Anos de ocorrência	Intensidade
1911 - 1912	Forte
1913 - 1914	Moderada
1918 - 1919	Forte
1925 - 1926	Forte
1939 - 1941	Forte
1946 - 1947	Moderada
1957 - 1959	Forte
1965 - 1966	Moderada
1968 - 1970	Moderada
1972 - 1973	Forte
1976 - 1977	Fraco
1977 - 1978	Fraco
1979 - 1980	Fraco
1982 - 1983	Forte
1986 - 1988	Moderada
1990 - 1993	Forte
1994 - 1995	Moderada
1997 - 1998	Forte
2002 - 2003	Moderada
2004 - 2005	Fraco
2006 - 2007	Fraco
2009 - 2010	Fraco

Fonte: CPTEC, 2012.

#### 2.2.2.1.2.3 - Parâmetros Meteorológicos

Os parâmetros meteorológicos abordados no presente estudo são: precipitação pluviométrica média, temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar, ventos (direção e velocidade) pressão atmosférica, radiação solar e insolação e nível cerâmico.

Para a presente análise acerca dos parâmetros meteorológicos supramencionados, foram utilizados os dados das estações meteorológicas de Irecê, Jacobina, Lençóis, Morro do Chapéu, Remanso, Santa Rita de Cássia e Bom Jesus do Piauí, disponibilizados pelo INMET.

A estação meteorológica de Barra, na Bahia, não apresentou informações suficientes para os parâmetros meteorológicos, logo, não será abordada.

### 2.2.2.1.2.3.1 - Precipitação Pluviométrica

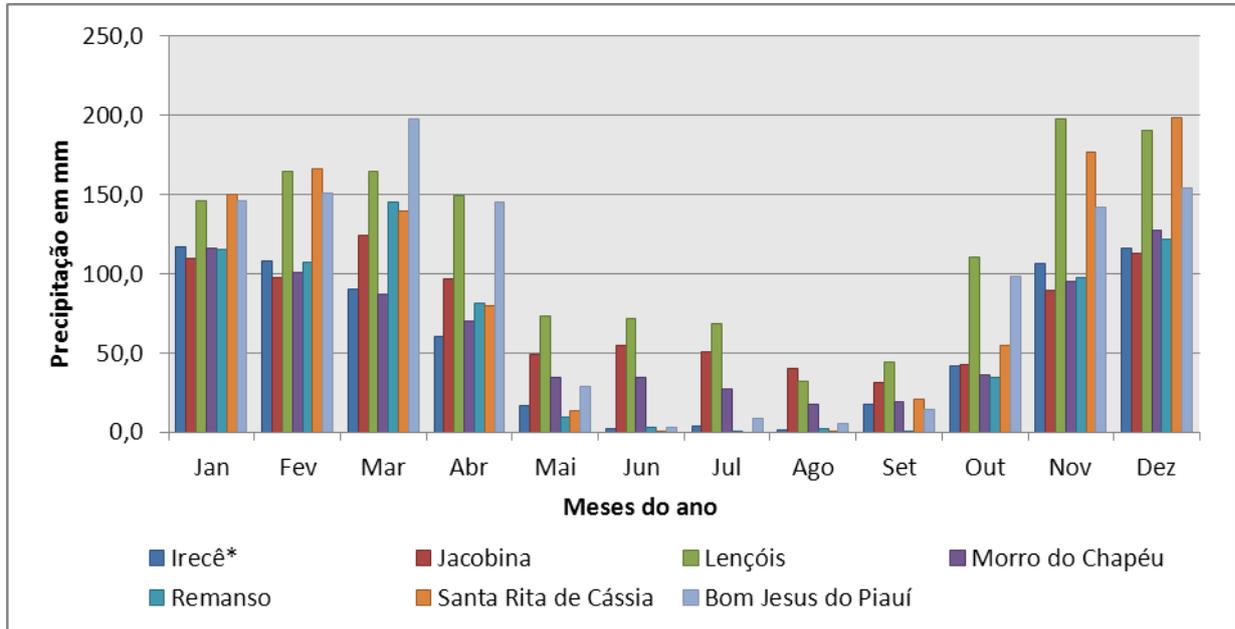
Na área de estudo do empreendimento, conforme pode-se observar no **Quadro 2.2.2.1-4** e na **Figura 2.2.2.1-23**, a época chuvosa engloba os meses de novembro a março, com o pico chuvoso nos meses de janeiro (Irecê), dezembro (Jacobina, Morro do Chapéu, Remanso e Santa Rita de Cássia), novembro (Lençóis) e março (Bom Jesus do Piauí), como se vê, no mês de dezembro são registradas as maiores médias na maioria das estações meteorológicas. Nos meses de junho a setembro pode-se observar um período seco com chuvas muito fracas, com os índices mais baixos no mês de julho, em Remanso e Santa Rita de Cássia.

**Quadro 2.2.2.1-4 - Dados de precipitação média acumulada mensal (em mm) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Irecê*	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	117,2	109,3	146,4	115,8	115,7	149,9	145,9
Fev	108,3	97,2	164,8	100,7	107,3	166,5	150,7
Mar	90,5	124,1	164,9	86,7	145,4	139,9	197,4
Abr	60,3	96,8	149,1	70,1	81,4	80,2	145,0
Mai	16,7	49,3	73,0	34,8	9,2	13,8	28,9
Jun	1,9	54,6	71,8	34,2	2,7	0,9	3,0
Jul	3,7	50,6	68,6	27,0	0,2	0,0	8,4
Ago	1,3	40,5	31,8	17,5	2,0	0,7	5,3
Set	17,7	31,3	43,9	19,3	0,3	21,2	14,5
Out	42,0	42,4	110,5	36,3	34,9	54,9	98,2
Nov	106,4	89,4	197,9	95,0	97,7	177,1	142,3
Dez	116,4	112,9	190,1	127,4	122,1	198,2	153,8
Anual	682,4	898,5	1412,6	764,7	719,0	1003,2	1093,4

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

Nota: Para as estações assinaladas com asterisco (\*) foi flexibilizada a exigência de se considerar apenas anos com "meses completos", no cômputo da média.



**Figura 2.2.2.1-23 - Precipitação média mensal por um período de 30 anos nas Estações Meteorológicas avaliadas.**

2.2.2.1.2.3.2 - Temperatura Média, Mínima e Máxima

Pode-se observar no **Quadro 2.2.2.1-5** que o regime térmico da região é composto por temperaturas com valores médios variando entre 16,8 °C, em Morro do Chapéu, e 28,5 °C, em Bom Jesus do Piauí.

Ao fazer uma análise individual das estações através da **Figura 2.2.2.1-24** pode-se concluir que as temperaturas se mostram relativamente estáveis, com amplitude térmica oscilando em torno de 4 °C.

**Quadro 2.2.2.1-5 - Dados de temperatura média (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	25,0	24,5	20,8	26,6	24,6	25,4
Fev	25,1	24,7	21,0	26,6	24,6	25,3
Mar	25,0	24,4	20,8	26,4	24,3	25,5
Abr	24,3	23,8	20,4	26,6	24,3	25,6
Mai	22,9	22,5	18,9	26,0	23,5	25,8
Jun	21,5	21,2	17,4	25,2	22,1	25,5
Jul	21,0	20,7	16,8	24,9	21,7	25,6
Ago	21,6	21,4	17,4	25,6	22,9	27,0
Set	23,1	22,7	18,7	27,2	25,2	28,5

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Out	24,5	23,7	20,2	28,3	26,4	27,7
Nov	25,1	24,0	20,8	27,6	25,4	26,2
Dez	24,8	23,9	20,7	26,7	24,6	26,0
Anual	23,7	23,1	19,5	26,5	24,1	26,2

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

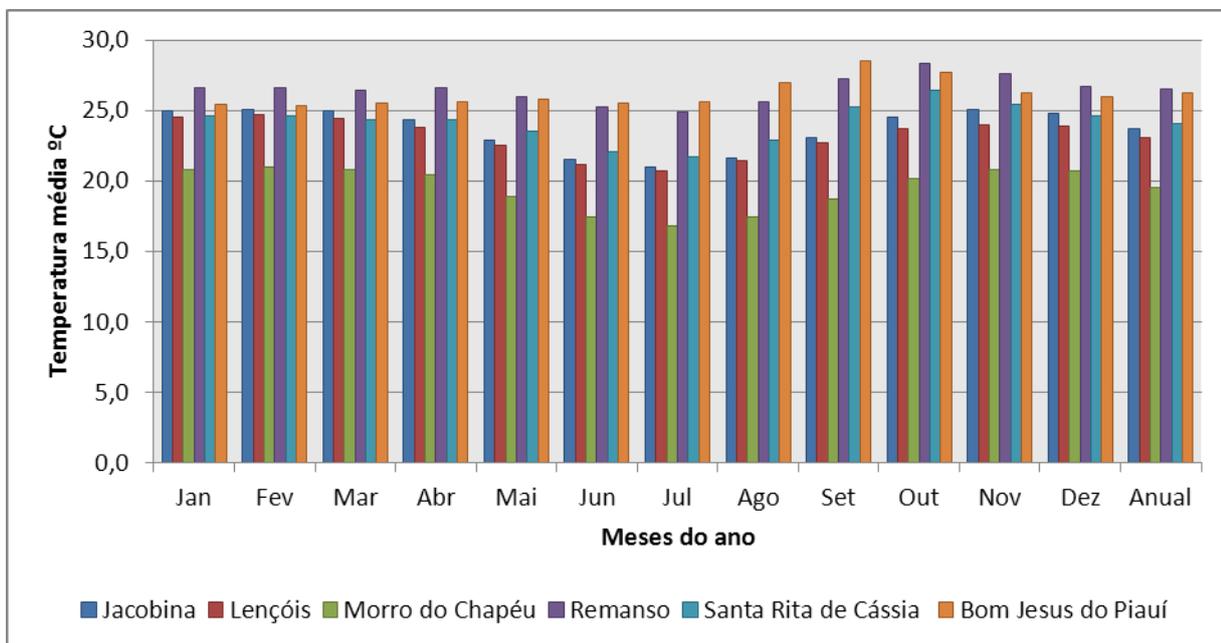


Figura 2.2.2.1-24 - Temperatura média mensal nas Estações Meteorológicas avaliadas.

Com relação às médias das temperaturas mínimas, pode-se observar no **Quadro 2.2.2.1-6** que a temperatura mínima varia entre 12,3 °C na estação de Santa Rita de Cássia, no mês de agosto e 22,9 °C nos meses de outubro e novembro, em Remanso.

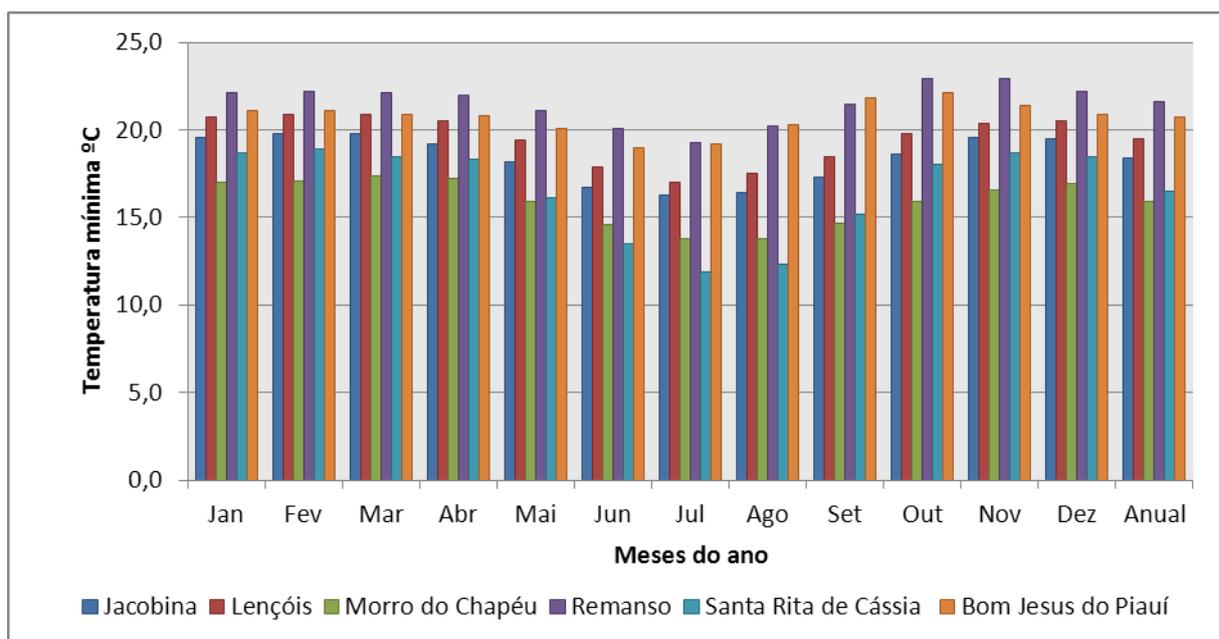
Quadro 2.2.2.1-6 - Dados de temperatura média mínima mensal (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	19,6	20,7	17,0	22,1	18,7	21,1
Fev	19,8	20,9	17,1	22,2	18,9	21,1
Mar	19,8	20,9	17,4	22,1	18,5	20,9
Abr	19,2	20,5	17,2	22,0	18,3	20,8
Mai	18,2	19,4	15,9	21,1	16,1	20,1

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jun	16,7	17,9	14,6	20,1	13,5	19,0
Jul	16,3	17,0	13,8	19,3	11,9	19,2
Ago	16,4	17,5	13,8	20,2	12,3	20,3
Set	17,3	18,5	14,7	21,5	15,2	21,8
Out	18,6	19,8	15,9	22,9	18,0	22,1
Nov	19,6	20,4	16,6	22,9	18,7	21,4
Dez	19,5	20,5	16,9	22,2	18,5	20,9
Anual	18,4	19,5	15,9	21,6	16,5	20,7

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

A **Figura 2.2.2.1-25** ilustra as temperaturas médias mínimas nas estações estudadas.



**Figura 2.2.2.1-25 - Temperatura média mínima mensal (°C) nas Estações Meteorológicas avaliadas.**

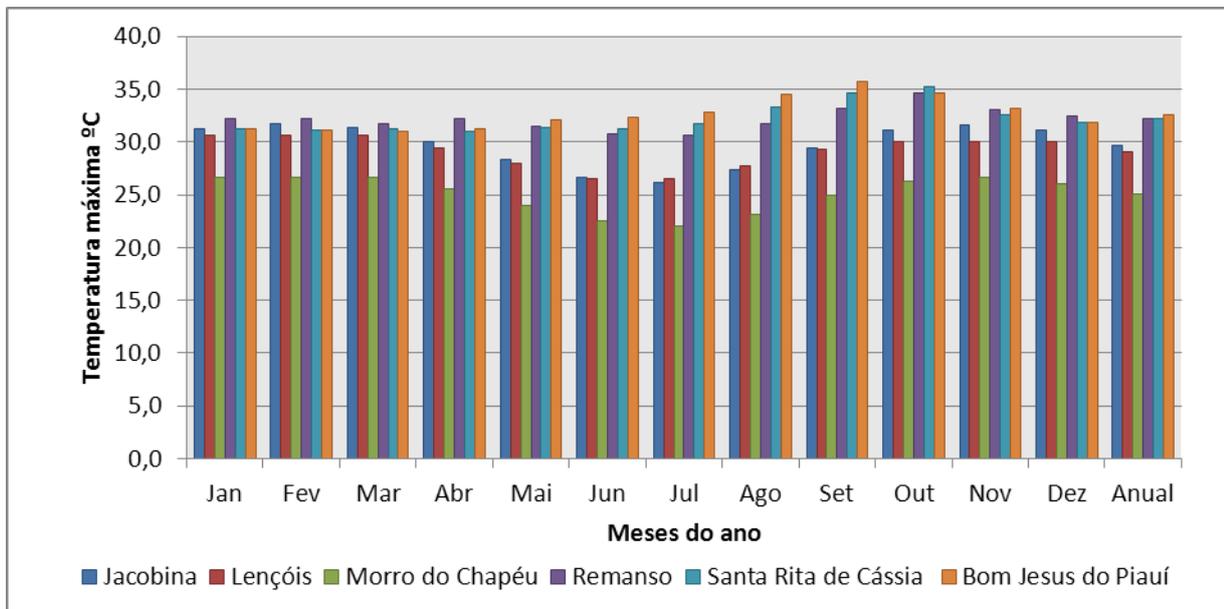
A temperatura média máxima mensal nas estações utilizadas para a caracterização climatológica do empreendimento varia entre 22,1 °C na estação de Morro do Chapéu no mês de julho chegando a 35,7 °C na estação de Bom Jesus do Piauí no mês de setembro, conforme pode ser visualizado no **Quadro 2.2.2.1-7**.

**Quadro 2.2.2.1-7 - Dados de temperatura média máxima mensal (em °C) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	31,3	30,6	26,6	32,2	31,3	31,3
Fev	31,7	30,7	26,6	32,2	31,1	31,1
Mar	31,4	30,7	26,6	31,7	31,2	31,0
Abr	30,0	29,4	25,5	32,2	31,0	31,2
Mai	28,4	28,0	24,0	31,5	31,4	32,1
Jun	26,7	26,5	22,5	30,8	31,2	32,3
Jul	26,2	26,5	22,1	30,7	31,7	32,8
Ago	27,4	27,7	23,1	31,7	33,3	34,5
Set	29,4	29,3	24,9	33,2	34,7	35,7
Out	31,1	30,1	26,3	34,7	35,3	34,6
Nov	31,6	30,1	26,6	33,1	32,6	33,2
Dez	31,1	30,0	26,1	32,5	31,8	31,8
Anual	29,7	29,1	25,1	32,2	32,2	32,6

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

A Figura 2.2.2.1-26 ilustra as temperaturas médias máximas nas estações estudadas.



**Figura 2.2.2.1-26 - Temperatura máxima média mensal (°C) nas Estações Meteorológicas avaliadas.**

A estação meteorológica de Irecê não apresentou dados consistentes para a avaliação destes parâmetros meteorológicos na mesma.

#### 2.2.2.1.2.3.3 - Umidade Relativa do Ar

O parâmetro de umidade relativa (UR) mede quão próximo o ar está da saturação, e não a quantidade real de vapor d'água no ar, sendo a razão entre o conteúdo real de vapor d'água (e) e o conteúdo necessário para saturar (es) multiplicada por 100, que corresponde a porcentagem, conforme apresentado a seguir:

$$UR = \frac{e}{es} \times 100$$

A umidade absoluta (UA) do ar, quantidade real de vapor d'água no ar, é definida como a massa de vapor d'água (mv), por unidade de volume (V) em m<sup>3</sup>:

$$UA = \frac{mv}{V}$$

É difícil medir diretamente a UA e, por isso, usualmente, mede-se a UR. O aumento ou redução da UR não quer dizer que ocorreu mudança na concentração de vapor d'água no ar, pois a alteração na UR pode vir da alteração da temperatura ambiente, uma vez que a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à temperatura do ar. Vale ressaltar que a variação anual da UR também estará relacionada às condições atmosféricas locais, e fatores como localização das fontes e sumidouros de vapor d'água (VAREJÃO, 2006). É importante perceber que não é apenas a evaporação a responsável pelo teor de umidade relativa do ar.

A umidade relativa do ar, assim como outros parâmetros meteorológicos, pode ser associada aos diferentes tipos de cobertura vegetal, a condições de precipitação, e a condições favoráveis a incêndios florestais em períodos mais secos. A UR é a medida mais utilizada para mensurar a sensação térmica (conforto humano) em dias muito secos ou muito úmidos.

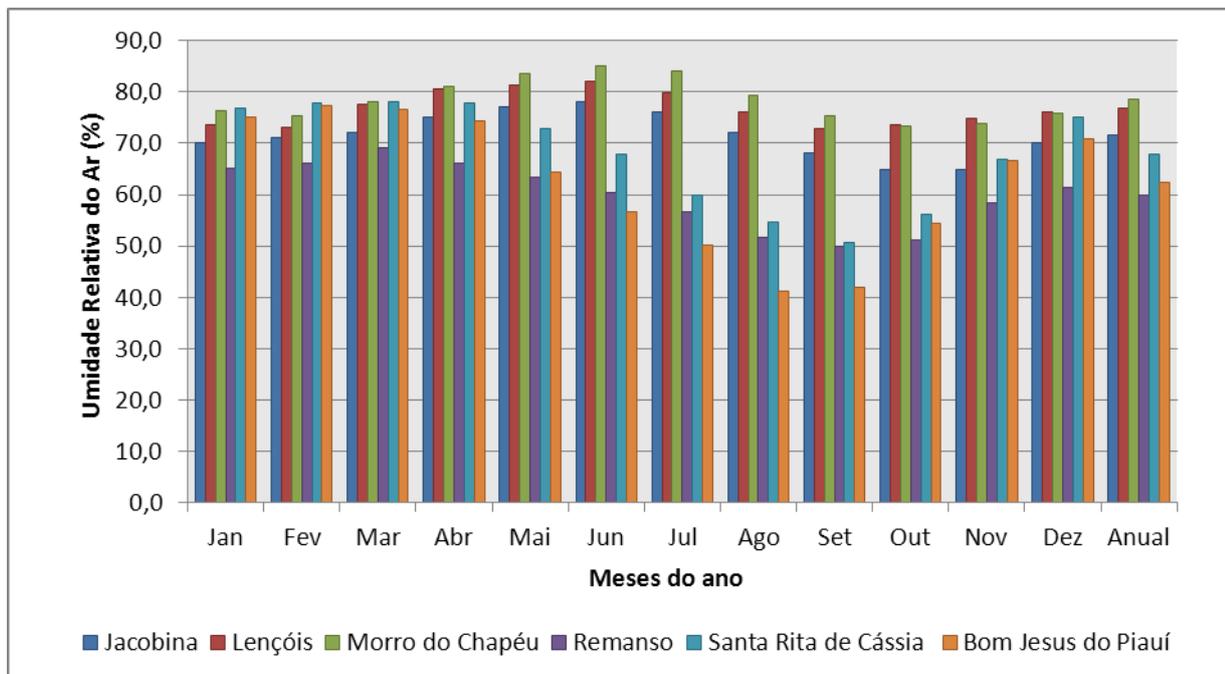
A partir do **Quadro 2.2.2.1-8** e da **Figura 2.2.2.1-27**, para as estações analisadas, a umidade relativa média anual varia entre 59,9 e 78,5%. No verão as médias variam entre 61,3 e 78,2%, já no inverno as médias ficam entre 41,3 e 85,1%. Os meses que apresentam as maiores médias de umidade são maio, junho e julho, em Morro do Chapéu, e a menor média ocorre em agosto, em Bom Jesus do Piauí.

**Quadro 2.2.2.1-8 - Dados de Umidade Relativa do Ar (em%) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	70,0	73,6	76,3	65,2	76,8	75,2
Fev	71,0	73,0	75,4	66,1	77,9	77,3
Mar	72,0	77,6	78,2	69,0	78,2	76,6
Abr	75,0	80,5	81,0	66,0	77,9	74,4
Mai	77,0	81,4	83,6	63,3	72,8	64,3
Jun	78,0	82,0	85,1	60,3	67,8	56,7
Jul	76,0	79,9	84,1	56,7	59,8	50,1
Ago	72,0	76,2	79,4	51,7	54,7	41,3
Set	68,0	72,8	75,4	49,9	50,6	42,0
Out	65,0	73,6	73,4	51,3	56,1	54,5
Nov	65,0	74,9	73,9	58,3	66,9	66,7
Dez	70,0	76,2	75,9	61,3	75,2	70,9
Anual	71,6	76,8	78,5	59,9	67,9	62,5

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

Na **Figura 2.2.2.1-27** pode-se observar as variações nos valores de Umidade Relativa do Ar nas estações utilizadas para a classificação climatológica da área de estudo do empreendimento.



**Figura 2.2.2.1-27 - Umidade relativa do ar nas Estações Meteorológicas avaliadas**

A estação meteorológica de Irecê não apresentou dados consistentes para a avaliação deste parâmetro meteorológico na mesma.

#### 2.2.2.1.2.3.4 - Ventos – Direção e Velocidade

A partir dos dados contidos no **Quadro 2.2.2.1-9** e na **Figura 2.2.2.1-28**, a velocidade média dos ventos pode ser considerada fraca na região em estudo. Pode-se observar que os ventos têm intensidades diferentes nas estações, sendo mais fortes em Morro do Chapéu com velocidades médias anuais de 3,6 m/s. Vale salientar a presença de diversos parques eólicos já instalados no município de Morro de Chapéu e outros tantos que se encontram em fases distintas de projeto que variam entre o planejamento, o licenciamento ambiental e obras de implantação

**Quadro 2.2.2.1-9 - Intensidade do Vento (m.s-1) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Irecê	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	3,53	2,67	1,05	3,09	1,54	0,92	1,75
Fev	3,52	2,74	1,10	3,29	1,49	0,94	1,73
Mar	3,36	2,69	1,08	3,46	1,36	0,87	1,67
Abr	3,68	2,69	1,03	3,43	1,41	0,82	1,62
Mai	4,32	2,59	0,97	3,81	1,76	0,90	1,74
Jun	-	2,95	1,06	4,17	1,99	1,04	1,97
Jul	-	3,10	1,16	4,18	2,34	1,01	2,16
Ago	5,05	3,50	1,25	4,05	2,53	1,25	2,27
Set	5,31	3,60	1,29	4,21	2,73	1,37	2,50
Out	4,22	3,30	1,18	3,54	2,34	1,20	2,22
Nov	3,97	3,11	1,05	3,30	2,08	1,05	2,01
Dez	3,56	2,66	1,02	2,92	1,76	0,86	1,97
Anual	-	2,97	1,10	3,62	1,94	1,02	1,97

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

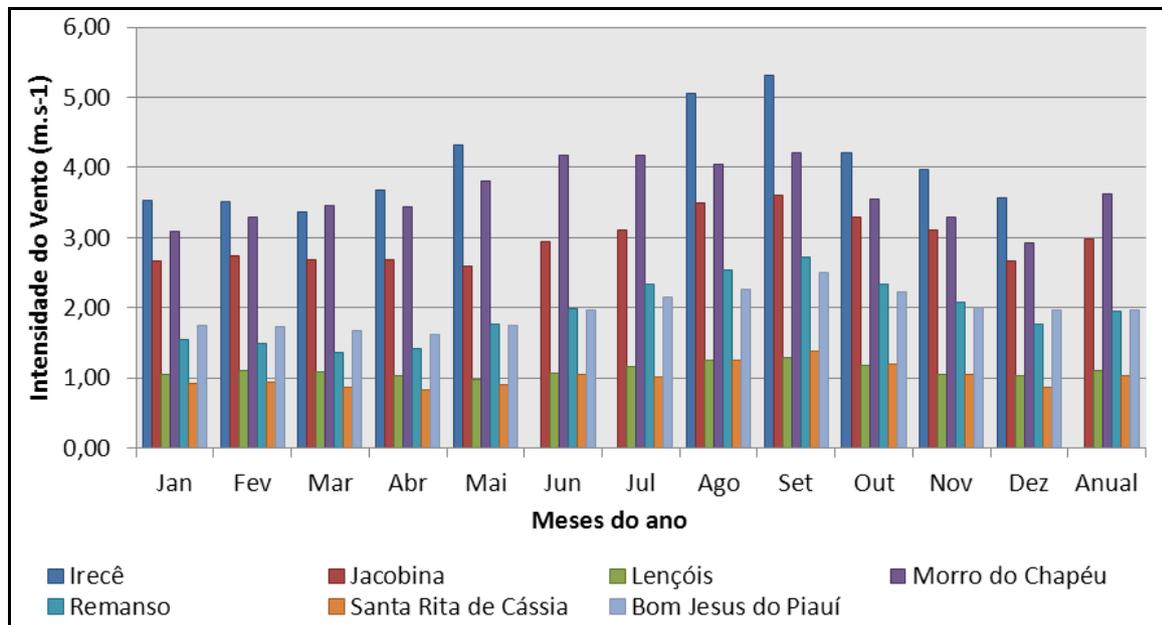


Figura 2.2.2.1-28 - Intensidade do Vento (m.s-1) nas Estações Meteorológicas avaliadas

Com relação à Direção Predominante do Vento, na região do empreendimento, os ventos apresentam-se bastante diversificados. Exceto nas estações de Jacobina e Santa Rita de Cássia, que apresentam direção constante durante o ano inteiro, conforme pode ser visualizado no **Quadro 2.2.2.1-10**.

**Quadro 2.2.2.1-10 - Direção Predominante do Vento (pontos cardeais e colaterais) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Irecê	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	SE	SE	Calmo	E	E	Calmo	NE
Fev	E	SE	Calmo	E	Calmo	Calmo	NE
Mar	E	SE	Calmo	E	Calmo	Calmo	NE
Abr	SE	SE	Calmo	SE	Calmo	Calmo	Indef.
Mai	SE	SE	S	SE	E	Calmo	SE
Jun	-	SE	S	SE	E	Calmo	S
Jul	-	SE	S	SE	E	Calmo	SE
Ago	SE	SE	S	E	E	Calmo	SE
Set	SE	SE	S	E	E	Calmo	SE
Out	E	SE	S	E	E	Calmo	NE
Nov	E	SE	S	E	E	Calmo	NE
Dez	E	SE	Calmo	E	E	Calmo	NE
Anual	SE	SE	S	E	E	Calmo	SE

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

### 2.2.2.1.2.3.5 - Radiação Solar e Insolação

A radiação solar constitui-se um parâmetro fundamental para a tipologia climática de uma região (PORFIRIO *et al.*, 2011). A insolação é a radiação solar recebida pela Terra, e sua medição representa a quantidade de horas de brilho solar que uma superfície recebeu. Essa energia que a Terra recebe é imprescindível para a ocorrência dos processos termodinâmicos, como o aquecimento e resfriamento de uma parcela de ar. A energia solar tem sido relacionada às fontes de energia limpa, e que pode ser aproveitada em muitos setores energéticos. Para a caracterização climatológica do empreendimento foram contabilizadas quantas horas em média de radiação são recebidas durante cada mês do ano, assim como o total dessas horas ao longo do ano.

A média anual de insolação nas estações analisadas é de 2.902, 1.924 e 2.758 horas por ano (**Quadro 2.2.2.1-11**). Normalmente, o período mais seco e com menor nebulosidade apresenta os maiores índices de insolação, pois as nuvens são como “barreiras” para insolação direta na superfície. Usualmente, nesse período, ocorrem os menores índices pluviométricos e menores temperaturas, pois é um período em que a atmosfera encontra - se mais estável, sob influência de Altas Pressões. A distribuição das horas de insolação por mês pode ser observada na **Figura 2.2.2.1-29**.

**Quadro 2.2.2.1-11 - Insolação Total (horas) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Irecê *	Lençóis	Bom Jesus do Piauí
Jan	248,5	183,1	185,8
Fev	208,8	164,8	160,2
Mar	232,7	183,3	162,6
Abr	227,9	158,0	211,3
Mai	241,0	149,6	268,4
Jun	236,2	144,4	281,0
Jul	259,8	160,6	298,4
Ago	285,7	173,8	308,6
Set	263,1	159,6	269,4
Out	246,4	149,8	223,9
Nov	214,7	141,9	200,8
Dez	237,0	155,4	187,2
Anual	2901,8	1924,3	2757,6

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

Nota: Para as estações assinaladas com asterisco (\*) foi flexibilizada a exigência de se considerar apenas anos com "meses completos", no cômputo da média.

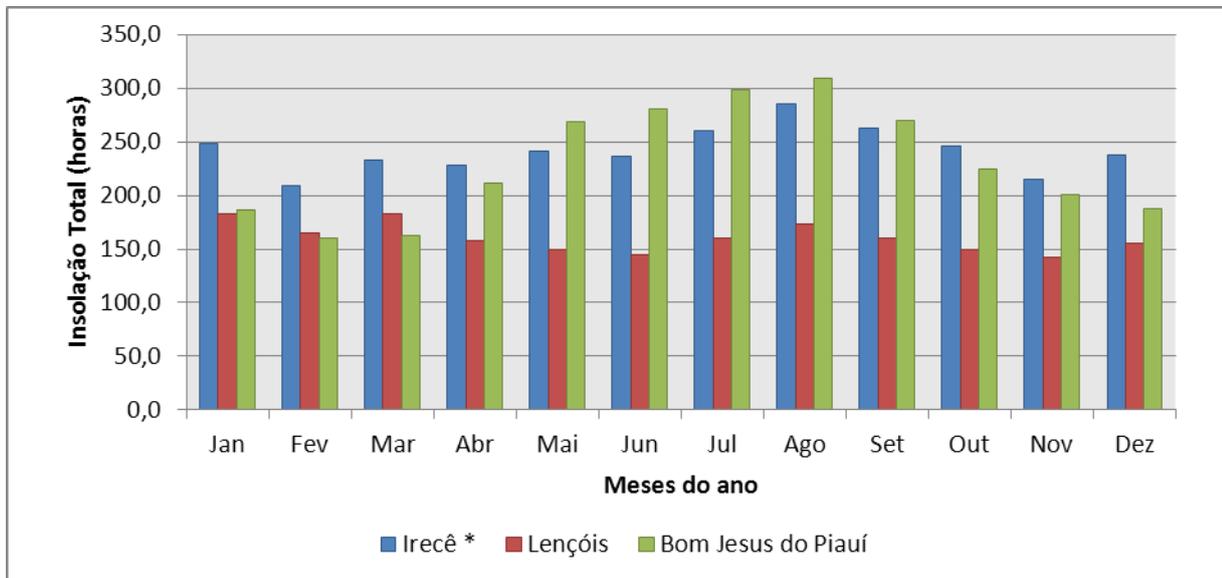


Figura 2.2.2.1-29 - Insolação Total (horas) nas Estações Meteorológicas avaliadas

As estações de Jacobina, Morro do Chapéu, Remanso e Santa Rita de Cássia apresentaram dados inconsistentes para avaliação deste parâmetro meteorológico nas mesmas.

#### 2.2.2.1.2.3.6 - Pressão Atmosférica

Sob o ponto de vista dinâmico, a pressão atmosférica é um importante elemento de caracterização dos sistemas de circulação de larga e mesoescalas. As variações temporais da pressão atmosférica estão associadas a ciclos bem definidos e às incursões do ar com distintas características termodinâmicas. Numa base diária, pequenas variações ocorrem por conta da chamada “maré barométrica”, resultando em dois momentos de máximos valores relativos entre dois outros momentos de mínimos relativos.

Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores, tais como a posição relativa do sol, proporcionando energia solar incidente de menor intensidade e, por conseguinte, menor convecção continental, associados às maiores intensidades das massas polares migratórias de origem Antártica. No verão, o aquecimento solar mais intensificado incidindo sobre a superfície cria movimentos verticais ascendentes, que podem ou não formar nuvens, contrapondo-se ao peso do ar atmosférico, acarretando na redução da pressão atmosférica sobre a superfície. Na prática meteorológica, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude e torná-la comparável espacialmente, e também para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

A partir dos dados disponibilizados pelas estações analisadas para compor este diagnóstico, pode-se observar a pequena variação de valores entre as mesmas considerando que a pressão atmosférica no nível do mar é constante e vai diminuindo gradativamente com o aumento de altitude.

Considerando que o empreendimento não conta com alterações bruscas de altimetria, sendo a região de Morro do Chapéu a de maior altitude e, conseqüentemente, a de menor pressão atmosférica, pode-se afirmar que não há grandes alterações nas pressões atmosféricas na área de estudo do empreendimento conforme o **Quadro 2.2.2.1-12** e a **Figura 2.2.2.1-30**.

**Quadro 2.2.2.1-12 - Dados de pressão atmosférica do ar (em hPa) nas Estações Meteorológicas avaliadas**

Mês	Jacobina	Lençóis	Morro do Chapéu	Remanso	Santa Rita de Cássia	Bom Jesus do Piauí
Jan	958,3	964,2	897,8	966,3	960,0	971,7
Fev	958,3	964,4	897,5	966,2	959,7	971,8
Mar	958,6	964,4	897,9	966,6	960,4	971,6
Abr	959,1	965,1	898,2	967,0	960,5	972,5
Mai	960,8	966,7	899,5	968,1	961,4	973,1
Jun	962,8	968,5	901,1	969,7	963,3	974,4
Jul	963,5	969,4	901,5	970,6	963,4	975,2
Ago	962,9	968,8	901,3	969,6	962,5	974,2
Set	962,0	967,8	900,5	968,4	961,1	973,1
Out	959,5	965,6	899,2	966,8	959,9	971,7
Nov	958,4	964,5	897,4	965,9	959,4	971,4
Dez	958,2	964,1	897,9	966,0	959,4	971,7
Anual	960,2	966,1	899,1	967,6	960,9	972,7

Fonte: Compilação de dados das Normais Climatológicas do INMET, 2009.

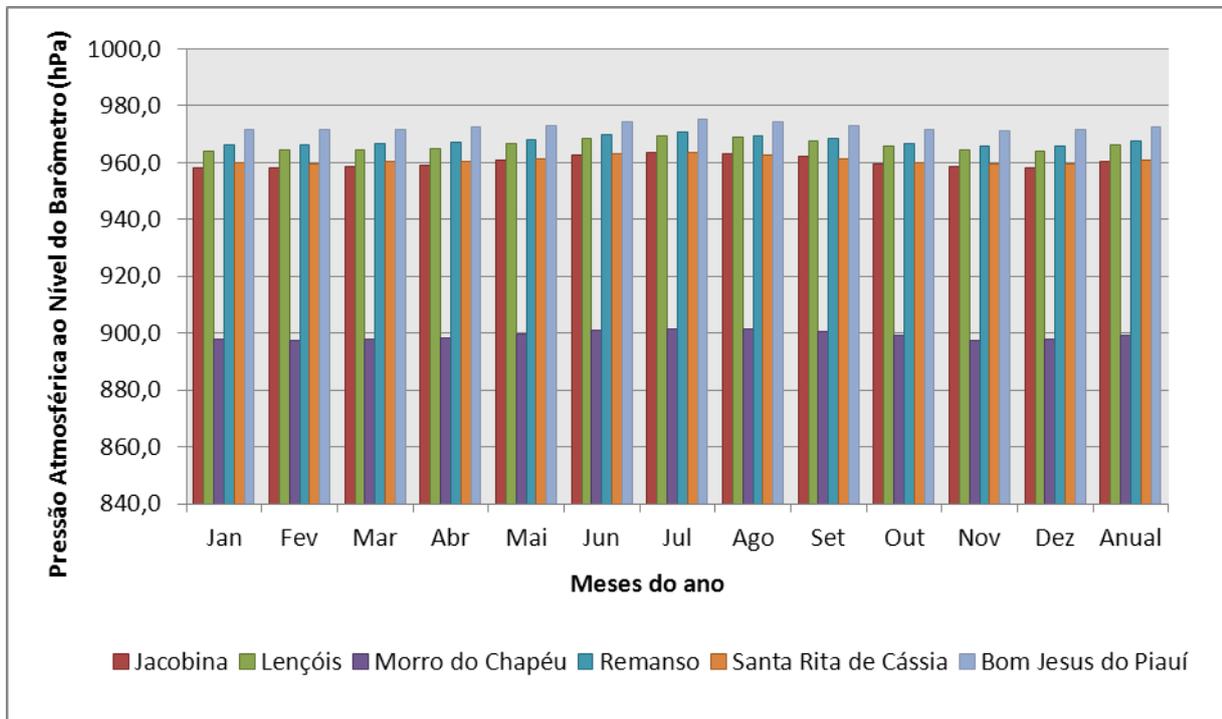


Figura 2.2.2.1-30 - Dados de pressão atmosférica do ar (em hPa) nas Estações Meteorológicas avaliadas.

A estação meteorológica de Irecê não apresentou dados consistentes para a avaliação deste parâmetro meteorológico na mesma.

#### 2.2.2.1.2.3.7 - Nível Ceráunico

O Nível Ceráunico representa a contagem dos “dias de trovoadas por ano”, ou seja, são registrados os números de dias no ano em que foi ouvido o trovão de ao menos uma descarga (DIAS *et al.*, 2009). Em períodos sazonais de maior temperatura atmosférica, a ascensão do ar forma nuvens convectivas típicas de verão, quando o solo é aquecido mais rapidamente por radiação solar, perdendo para a atmosfera, através da irradiação, o calor armazenado durante o dia. O aumento de convecção está relacionado à formação de nuvens propícias às descargas atmosféricas. Nas regiões tropicais é frequente a incidência de raios, e o Brasil, em função de sua extensão territorial de dimensões continentais associada a um clima predominantemente quente, conta com uma enorme quantidade de descargas anuais em seu território.

O ELAT (Grupo de Eletricidade Atmosférica) publicou os valores da densidade de descargas atmosféricas por município brasileiro para o período entre 1998 a 2011, e nessa publicação, a densidade de descargas para os municípios onde está alocada a LT500 kV Gilbués II – Ouarolândia II está descrita no **Quadro 2.2.2.1-13** a seguir:

**Quadro 2.2.2.1-13 – Quantidade de Descargas Elétricas por Município**

Município	Estado	Descargas km <sup>2</sup> /Ano
Gilbués	PI	8,06
Monte Alegre do Piauí	PI	6,57
Riacho Frio	PI	6,54
Parnaguá	PI	5,25
Júlio Borges	PI	4,91
Buritirama	BA	2,78
Barra	BA	2,84
Xique-Xique	BA	4,86
Gentio do Ouro	BA	4,84
Ipupiara	BA	2,69
Central	BA	2,26
Brotas de Macaúbas	BA	4,21
Itaguaçu da Bahia	BA	4,98
Jussara	BA	2,77
Ouarolândia	BA	0,98
Várzea Nova	BA	0,79
Morro do Chapéu	BA	0,98
Cafarnaum	BA	1,19
América Dourada	BA	2,12
João Dourado	BA	2,78
São Gabriel	BA	2,95

Fonte: ELAT (2014)

Considerando todos os municípios, a densidade média é de 3,6 descargas por km<sup>2</sup> por ano. Os valores oscilam entre 0,79 km<sup>2</sup>/ano em Várzea Nova (BA) e 8,06 km<sup>2</sup>/ano em Gilbués (PI).

Nos municípios de Gilbués (PI) e Xique-Xique (BA) há registro de duas mortes e Barra (BA) de uma morte, causadas por raios no período considerado.

Para minimizar o elevado número de desligamentos provocados por raios, diversas técnicas têm sido desenvolvidas, destacando-se entre elas o aperfeiçoamento dos sistemas de aterramento, de modo a minimizar a impedância de aterramento, e o uso de para-raios. Tais técnicas podem ser aplicadas em

regiões críticas das linhas onde a incidência de descargas é maior, tais como os municípios de Gilbués, Monte Alegre do Piauí e Riacho Frio, que contam com a maior densidade de raios entre os municípios perpassados pela LT 500 kV Gilbués II – Ouroândia II.

#### **2.2.2.1.2.4 - A Diversidade Topográfica e o Clima**

É de conhecimento que grandes barreiras topográficas podem influenciar significativamente o clima regional, grandes cadeias de montanhas podem ter o papel de anteparo impedindo ou dificultando que nuvens perpassem entre as suas vertentes, no caso da LT 500 kV Gilbués – Ouroândia II se destacam duas grandes barreiras topográficas:

- Chapada da Diamantina
- Espinhaço Setentrional

Essas duas cadeias atuam como grandes barreiras fazendo com que a circulação do ar e da umidade seja de maneira diferente, isso é facilmente observado ao analisar a densidade e o padrão da drenagem que se mostra alternando entre dendrítica e paralela ao transpor essas barreiras topográficas que atuam como divisores de águas.

#### **2.2.2.1.3 - Considerações Finais**

Após a análise dos dados meteorológicos apresentados ao longo deste diagnóstico, pode-se chegar a conclusão de que as temperaturas médias anuais são relativamente altas, com exceção do município de Morro do Chapéu, com temperaturas mais amenas devido à altitude. A distribuição das chuvas ocorre de maneira irregular, influenciada, principalmente, por Sistemas Atmosféricos, tais como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), as Linhas de Instabilidade (LITs), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), as Ondas de Leste e as Oscilações 30-60 dias. No entanto, há de se frisar que a ocorrência do *El Niño* e do *La Niña* são determinantes nos anos de maior seca ou maior pluviosidade.

A partir do exposto acima, pode-se afirmar que a LT 500 kV Gilbués – Ouroândia II não impactará o clima da região de inserção do empreendimento, considerando que o empreendimento não influenciará no microclima, considerando que o mesmo não causará mudanças das dinâmicas hidrológicas e atmosféricas locais.