

## 2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 2.1. O EMPREENDIMENTO

O empreendimento objeto deste Relatório Ambiental Simplificado (RAS) denomina-se **PARQUE EÓLICO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO V** e tem como finalidade a produção de energia elétrica, para fins comerciais, na modalidade de Produção Independente de Energia – PIE, utilizando o vento local como fonte de energia limpa e renovável.

O **PARQUE EÓLICO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO V** está projetado para uma capacidade de 30 MW, através da instalação de 15 aerogeradores de 2.0 MW.

O empreendimento integrará o Complexo Eólico Chapada Sul que será composto por 8 (oito) parques eólicos, somando uma capacidade total instalada de 240 MW.

### 2.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

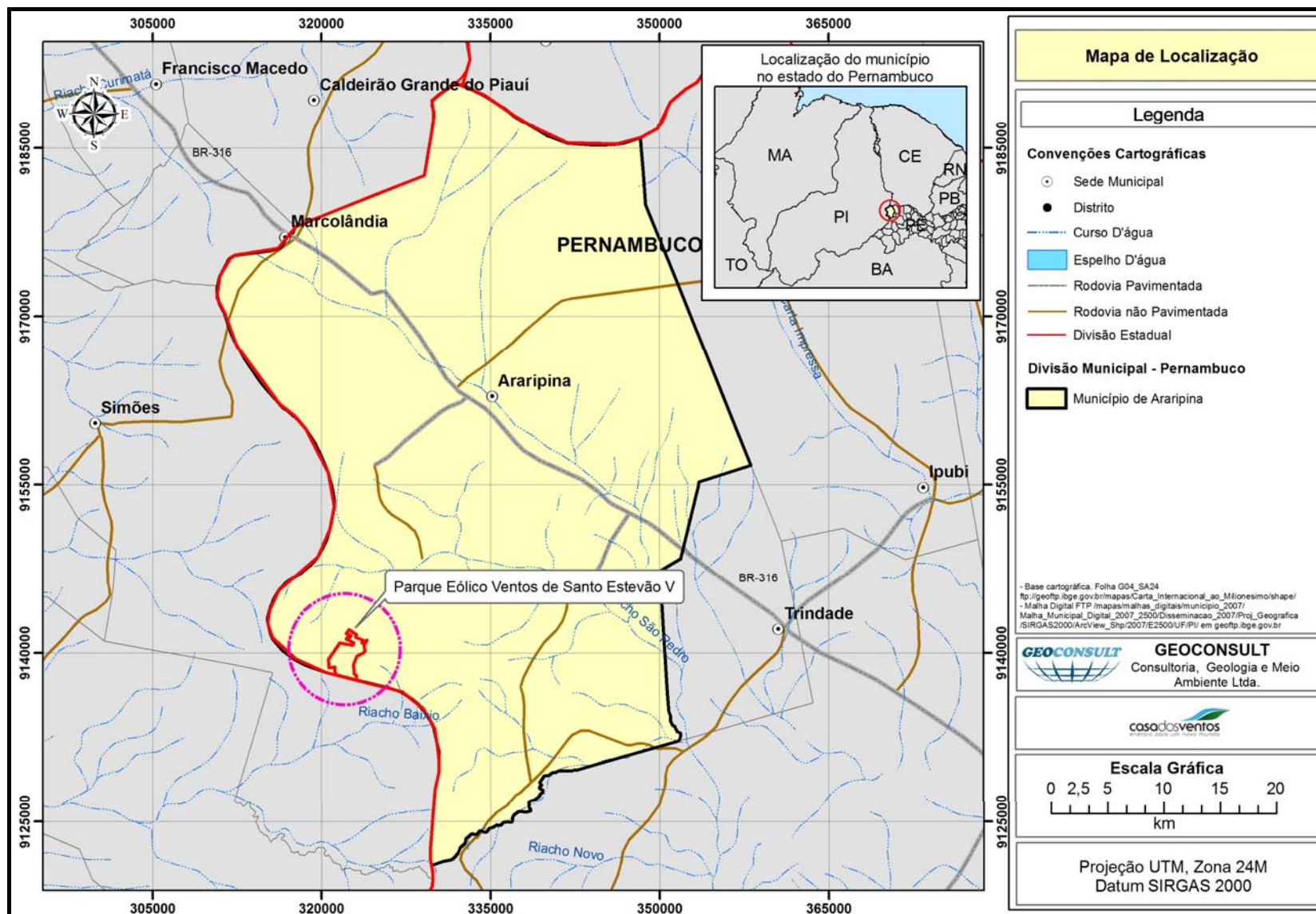
A área do **PARQUE EÓLICO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO V** está situada no município de Araripina, Estado de Pernambuco. A Figura 2.1 apresenta a localização da área do empreendimento.

O parque eólico será construído numa área localizada a 30 km a sudoeste da zona urbana de Araripina, no noroeste do Estado do Pernambuco. As distâncias até os municípios relevantes mais próximos são de 155 km até Juazeiro do Norte - CE e Crato - CE e 180 km até Petrolina - PE. A capital mais próxima é Teresina - PI, a aproximadamente 380 km.

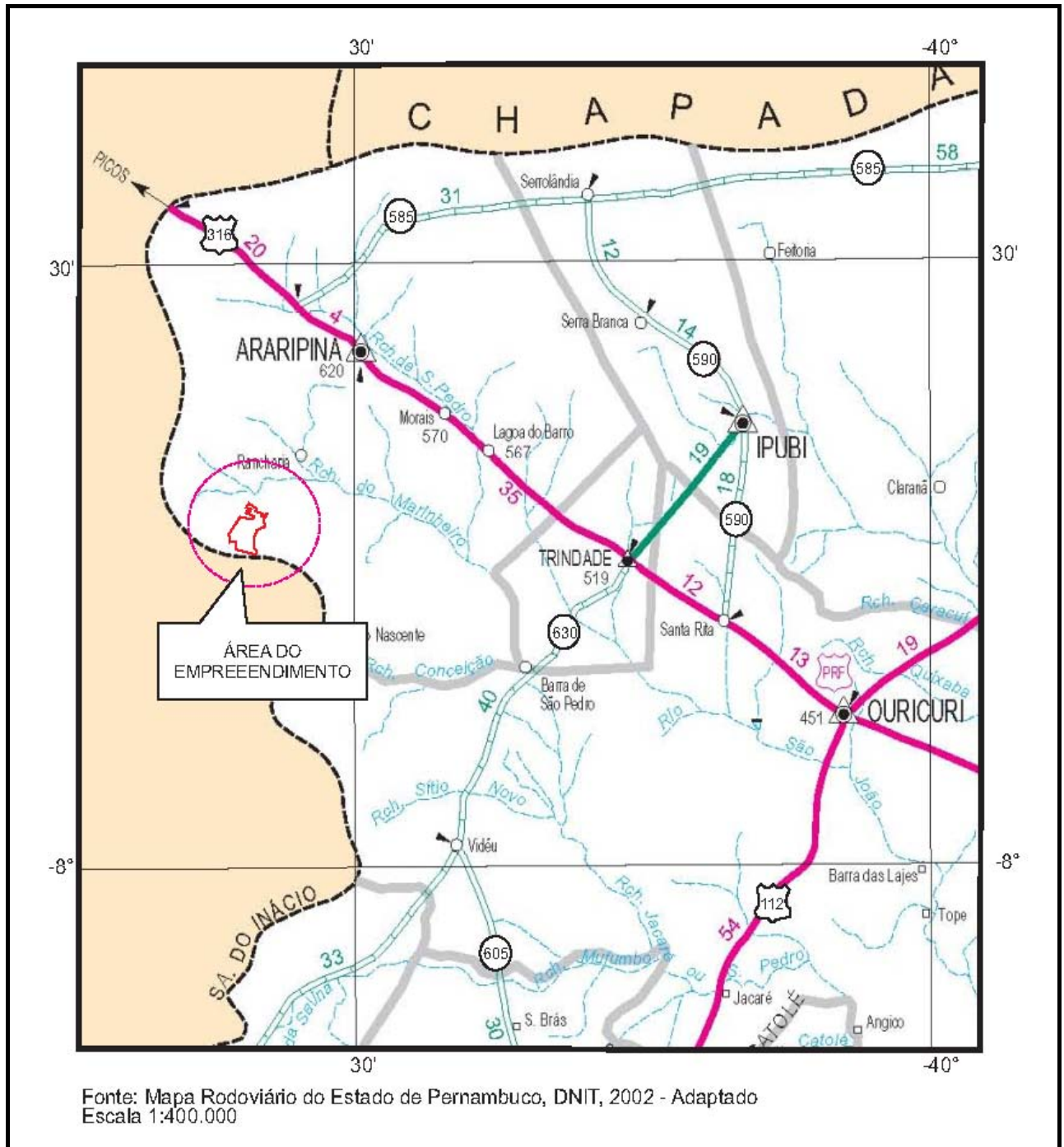
O principal acesso ao parque eólico se dá pelas rodovias BR-316 e PI-142 e por conexões terrestres interligadas poucos quilômetros a oeste, todas asfaltadas, de pista simples, mas de boa conservação. Através da BR-316, consegue-se conexão à BR122 via Ouricuri - PE até Petrolina ou ainda à BR116 via Salgueiro - PE.

A Figura 2.2 apresenta as vias de acesso regional à área do empreendimento.

Figura 2.1 – Localização da Área do Empreendimento



**Figura 2.2 – Acesso Regional para a Área do Empreendimento**



## 2.3. ÁREA DO PROJETO

O **PARQUE EÓLICO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO V** será implantado em propriedades rurais, particulares, em uma área total de 743,49 hectares. Figura 2.3 apresenta a área do empreendimento em imagem de satélite.

A poligonal da área de implantação do empreendimento é apresentada de forma detalhada com seus vértices e distanciamentos na Planta de Implantação Geral do empreendimento, nos Anexos.

## 2.4. INFRAESTRUTURA EXISTENTE

A área de influência direta do parque eólico não dispõe de serviços essenciais de infraestrutura, excetuando-se a rede de energia elétrica e estradas vicinais em revestimento primário. Entretanto apresenta facilidade de acesso.

Relativamente à infraestrutura básica programada para a área de influência direta do projeto, é previsível com a implantação do **PARQUE EÓLICO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO V**, a instalação de alguns dos equipamentos essenciais de infraestrutura básica como sistema viário nos setores de locação dos aerogeradores, melhoria dos acessos até a área do parque eólico, esgotamento sanitário e abastecimento de água, além de comunicação, no ponto de apoio. Destaca-se que todos estes serviços serão dimensionados com base nas estimativas de ocupação e das necessidades diretas da unidade de apoio a ser instalada no local.

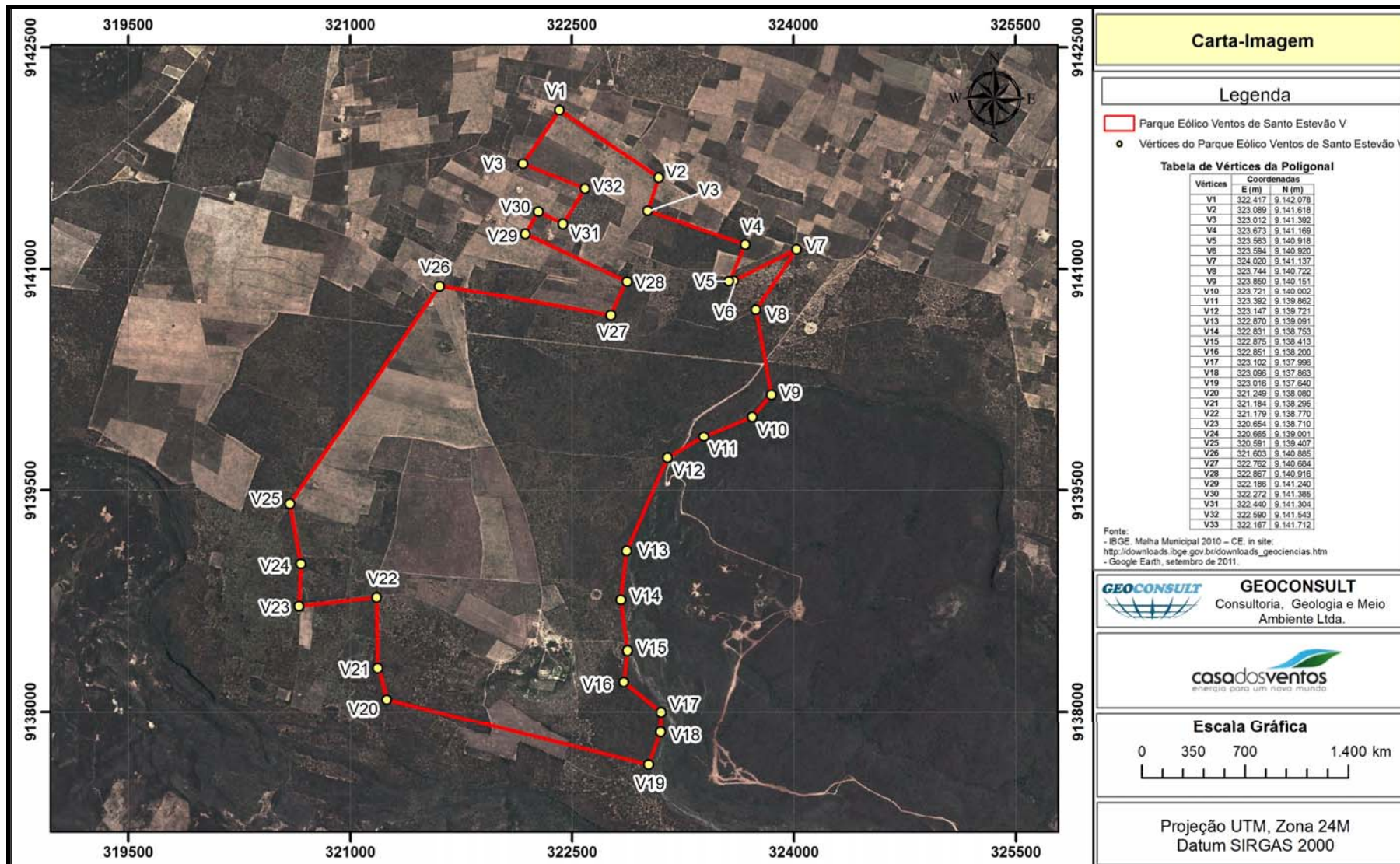
Na área de influência indireta, notadamente na sede municipal destacam-se dentre os equipamentos de infraestrutura básica existentes, e que gerarão facilidades à implantação e operação do empreendimento, os seguintes:

- sistema de energia elétrica fornecida pela CHESF e distribuída pela CELPE;
- sistema de telefonia celular operado através da prestadora CLARO; e,
- rodovias de acesso asfaltadas em bom estado de conservação, BR-346 e PI-142.

O empreendimento poderá também contar com toda a infraestrutura de comércio e serviços, financeira e institucional disponibilizada na sede de Araripina.

Para dar suporte aos transportes de cargas e de passageiros tanto internacionais como domésticos, o empreendimento contará com o Aeroporto Orlando Bezerra de Menezes, em Juazeiro do Norte, que dista cerca de 140 Km da área do parque eólico.

Figura 2.3 – Imagem de Satélite da Área do Empreendimento



## 2.5. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

No início da década de 1970, com a crise mundial do petróleo, houve um grande interesse de países europeus e dos Estados Unidos em desenvolver equipamentos para produção de eletricidade que ajudassem a diminuir a dependência do petróleo e carvão. Na busca de energias alternativas, a energia eólio-elétrica desponta como um dos sistemas viáveis para produção em grande escala, surgindo então uma sólida indústria de componentes e equipamentos para geração de energia a partir da exploração eólica. Atualmente a indústria de turbinas eólicas vem acumulando crescimentos anuais acima de 30% e o avanço tecnológico permite a produção de aerogeradores cada vez mais potente e com melhores rendimentos.

A capacidade mundial de energia eólica instalada ultrapassou a marca dos 24.000 MW, dando destaque para países como a Alemanha com 8.750 MW, os Estados Unidos com 4.250 MW, a Espanha com 3.330 MW, a Dinamarca com 2.400 MW e a Índia com 1.500 MW. Estimativas realizadas por instituições européias indicavam em 2001, que se fossem mantidas as taxas anuais de crescimento, brevemente a capacidade total instalada no mundo será de cerca de 58.000 MW.

No Brasil, embora o aproveitamento dos recursos eólicos tenha sido feito tradicionalmente com a utilização de cata-ventos múltiplos para bombeamento d'água, estudos de viabilidade técnica e econômica para implantação de centrais eólicas no sistema elétrico brasileiro apontam um grande potencial para sua utilização, objetivando principalmente a diversificação, complementação e descentralização da matriz energética nacional. Além disso, as estratégias governamentais para a promoção do desenvolvimento auto-sustentável do estado de Pernambuco, com base na utilização dos recursos ambientais disponíveis, associada à redução dos impactos ambientais adversos, assim como a necessidade de ampliação da oferta de energia elétrica no Estado, em bases econômica e ambientalmente sustentáveis, estabelecem condições propícias para a implantação de empreendimentos eólio-elétricos no Estado de Pernambuco.

De acordo com os estudos efetuados pelas empresas WOBLEN Windpower e ENERCON (1997), mesmo em período úmido a região do empreendimento apresenta condições favoráveis à operação de turbinas eólicas, com velocidades médias semestrais entre 5,5 m/s e 7,5 m/s em grande extensão de seu território. Conseqüentemente, o potencial eólico em Pernambuco no período seco, apresenta velocidade mensal superior a 7,0 m/s em significativa percentagem de seu território, superando 10,0 m/s em muitos locais, com constância excepcional. Tecnicamente, velocidades médias anuais de 6,0 m/s já constituem condição favorável para operação de usinas eólicas. Estes aspectos evidenciam a viabilidade técnica e econômica dos aerogeradores e comprova a importância crescente da força dos ventos como fonte limpa e complementar de energia elétrica.

Outro fator a destacar é que à medida que vão melhorando ofertas de capacidade dos aerogeradores vão diminuindo os custos de instalação das centrais geradoras eólicas.

O Quadro 2.1 apresenta uma perspectiva em relação à evolução da altura dos aerogeradores num período de 20 anos, projetados com base nos modelos existentes.

**Quadro 2.1 – Evolução de Aspectos da Energia Eólica**

<b>Anos</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
Altura do Cubo	25	30	40	80
Potência Eólica (W/m <sup>2</sup> )	333	360	408	408
Potência Nominal (KW)	100	300	500	500
Custo de Instalação (\$/KW)	1.100	1.000	950	850
Diâmetro do Rotor (m)	18,3	33	40	40
Fator de Capacidade	0,20	0,28	0,30	0,33
Custo de Energia (US\$/KWh)	103	70	61	50

O empreendimento é perfeitamente justificado pelos seguintes aspectos relevantes:

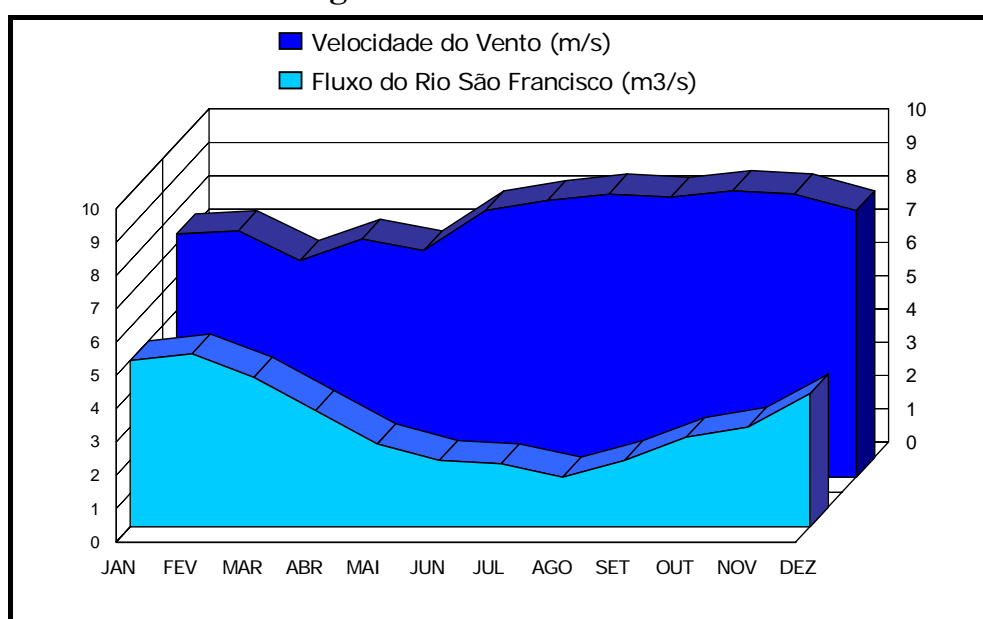
- O Estado de Pernambuco, como mostra o WANEB e comprovado por medições precisas, é uma das regiões brasileiras de maior potencial eólico, principalmente em áreas mais elevadas das chapadas.
- As usinas eólio-elétricas, parques eólicos ou centrais geradoras eólicas não demandam qualquer tipo de combustível fóssil. A matéria-prima, o vento, é abundante e gratuita, e sua utilização não afeta sua qualidade, nem sua quantidade.
- Empreendimentos de energia eólica podem ser implantados em curtos espaços de tempo, servindo como uma solução de curto prazo para problemas de geração de energia. Além de não ocasionar grandes alterações ambientais.
- A tecnologia eólica não gera qualquer tipo de efluente, seja este líquido, sólido ou gasoso; não necessitando de equipamentos ou sistemas específicos de controle, que muitas vezes causam grandes impactos ambientais.
- Os riscos potenciais de acidentes ambientais nesse tipo de empreendimento são praticamente nulos, tanto na etapa de construção, quanto nas de operação e manutenção.
- A geração de energia eólio-elétrica permite que outras atividades sejam desenvolvidas em sua área, além de poder servir como atrativo turístico para a região.
- A área do parque eólico, considerando-se a baixa taxa de ocupação do empreendimento, poderá ser conservada e protegida de ocupações indevidas.

- O pagamento pelo arrendamento compartilhado da terra representa significativo retorno financeiro para as áreas ocupadas.
- As máquinas utilizadas neste projeto são certificadas por instituições internacionais e são amplamente usadas em parques eólicos europeus, apresentando elevados níveis de confiabilidade e de eficiência operacionais.
- A utilização de sistemas eólicos para a geração de energia elétrica é altamente competitiva em relação a outros empreendimentos, por contribuir para a redução da poluição atmosférica ao substituir combustíveis fósseis e mesmo em relação às hidrelétricas, em razão do alagamento de grandes áreas para o reservamento de água.
- A geração de energia através do vento pode vir a permitir o aproveitamento da água para outras atividades, como irrigação e abastecimento urbano, que são de fundamental importância para o desenvolvimento do Nordeste.

O uso da energia eólio-elétrica como fonte complementar à energia hidrelétrica é ainda favorecido no Nordeste brasileiro pela coincidência da intensificação do regime de vento com a diminuição do fluxo de água do rio São Francisco, principal fonte de energia para o Nordeste.

A Figura 2.4 apresenta a complementaridade do regime de vento na região Nordeste do Brasil à vazão do rio São Francisco.

**Figura 2.4 – Fluxo de Águas na Região do Rio São Francisco X Velocidade dos Ventos na Região Litorânea do Nordeste do Brasil**





## 2.6. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

O potencial eólico da região da Chapada do Araripe, no Estado de Pernambuco é um dos maiores do Brasil em virtude das boas condições de vento e relevo.

O Estado de Pernambuco encontra-se imerso na contínua circulação atmosférica sub-equatorial dos ventos alísios. Superpondo-se a estes fatores, a movimentação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) induz uma pronunciada sazonalidade nos regimes dos ventos. No Estado de Pernambuco, os ventos alísios são provenientes de uma extensa área oceânica, livre de obstáculos, o que lhe confere notável intensidade, constância e baixa turbulência. Adicionalmente, os gradientes térmicos de altitude induzem a formação de ventos que contribuem para aumentar a sua intensidade.

Ressalta-se a importância das elevações topográficas proporcionadas pela chapada como pontos ideais para locação de aerogeradores, pois à medida que cresce a altitude, ocorre um aumento na aceleração do fluxo eólico. Entretanto, é pouco representativa a diferença de rugosidade entre a chapada e a depressão. Desta forma, os referidos setores também se configuram como ambientes de destaque nos estudos de alternativas locais de projetos eólio-elétricos.

Os estudos relativos à oferta de fonte de energia e a existência de ambientes ideais para exploração do potencial eólico desenvolvidos apontam, através de medições em anemômetros e também a partir de ensaios de computadores, a velocidade média e a direção predominante dos ventos em vários pontos do estado de Pernambuco. Tais estudos destacam os locais com potencialidade à exploração da energia eólica, de forma que a seleção de área foi feita sob embasamento técnico e científico, conjugando, locais com potencialidade eólica constante, facilidades de infraestrutura e disposição de terrenos, dentre outros.

Os fatores que resultaram na eleição da área do projeto entre as diversas áreas potenciais selecionadas no leste piauiense são os seguintes:

- situação geográfica ideal, em ambiente favorecido pelas correntes eólicas e livre de barreiras;
- disponibilidade de terrenos, que ofereçam grandes áreas livres; e,
- existência de infraestrutura básica na região de entorno para dar suporte a implantação e operação do empreendimento.

O arranjo espacial das turbinas no terreno é feito em função da direção predominante dos ventos no local, do tamanho e morfologia da área, bem como do afastamento entre as turbinas como requisito técnico para atenuar os efeitos de turbulência, de forma que são selecionados terrenos relativamente grandes em função do porte do empreendimento, quanto ao número e potência das turbinas eólicas.

As alternativas locacionais levam em consideração, além da disponibilidade de terrenos e do potencial eólico, as condições geotécnicas locais e ambientais, sendo também importante na seleção de áreas os potenciais efeitos de impactos de vizinhança.

Diante de uma seleção entre outras áreas disponíveis no estado de Pernambuco, a área do empreendimento atende satisfatoriamente todos os requisitos do processo seletivo, destacando-se que neste processo foi decisiva a disponibilidade de imóvel com boas condições eólicas e em situação legal e ambiental favorável ao desenvolvimento do empreendimento.

## **2.7. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS**

As fontes de energia não renováveis como petróleo, carvão mineral e gás natural, além de poluidoras possuem reservas limitadas.

Desta forma, a humanidade tem procurado desenvolver novas tecnologias para aproveitar os recursos renováveis, abundantes e não poluentes como fontes alternativas de energia.

As principais fontes de energia renováveis são:

- Energia solar (térmica e fotovoltaica).
- Biomassa (álcool, lenha, carvão vegetal, óleos vegetais e biogás).
- Hidroeletricidade.
- Energia eólica.
- Energia das marés.
- Energia geotérmica.
- Energia das ondas.

O Quadro 2.2 apresenta dados comparativos das energias alternativas que, não deixa dúvidas sobre a vantagem econômica da energia eólica em relação a solar, seja do tipo térmica ou fotovoltaica.

**Quadro 2.2 – Comparação das Energias Alternativas**

	<b>Solar Térmica</b>	<b>Fotovoltaica</b>	<b>Eólica</b>	<b>Biomassa</b>
Estado da Tecnologia	Muito poucas comerciais e em desenvolvimento	Poucas comerciais e em desenvolvimento	Muitas comerciais e algumas em desenvolvimento	Muitas comerciais e em desenvolvimento
Potência (MW)	30 – 100 (calhas) 10 – 200 (torre) 1 – 10 (disco)	0,001 – 0,05 (resid.) 0,1 – 1 (plantas)	800 – 3000 kW	Até 100
Eficiência (%)	15 – 17	9 – 12	30 – 45	15 – 30 / 35 – 50
Investimento inicial	Alto	Muito alto	Médio	Médio baixo
Gasto de energia na construção	Médio	Alto	Médio baixo	Baixo
Gasto de energia na operação	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Médio
Horas de operação a plena carga por ano (h)	1500 – 2000 (calha) 2300 – 2800 (torre) 1300 – 1600 (disco)	800 – 1900	2600 – 4000	4000 – 7000

A matriz energética do Estado de Pernambuco é baseada predominantemente na energia hidroelétrica, de forma que num período de crise energética, o sistema de distribuição de energia local fica comprometido em qualidade e quantidade, o que pode gerar desestabilização dos setores produtivos e perda de qualidade de vida para a população.

Considerando-se a constante instabilidade da energia hidroelétrica, torna-se indispensável o investimento em fontes alternativas de energia, através da exploração das potencialidades naturais da região, destacando-se as fontes eólica e solar.

A energia eólica tecnicamente pode ser instalada em qualquer região onde existam ventos abundantes, podendo economizar a construção de linhas de transmissão de energia elétrica para eletrificar regiões de difícil acesso.

Durante as últimas décadas a exploração eólica para produção de eletricidade vem sendo usada em vários países, merecendo relevância os Estados Unidos, Alemanha, Dinamarca, Holanda, Itália, Portugal, entre outros, sendo a Alemanha a maior exportadora de tecnologia de energia eólica do mundo.

Em escala mundial o aproveitamento eólico-elétrico tem se expandido a taxas crescentes ao longo da última década, consolidando a aptidão desta tecnologia à escala de Gigawatts. É inegável o seu futuro: custos decrescentes para patamares competitivos com outras fontes, simplicidade e rapidez na instalação, modularidade que permite o acesso de um novo e amplo leque de investidores produtivos ao setor energético, e principalmente sua limpeza ambiental, sem riscos econômicos para o futuro, e ao mesmo tempo capazes de carrear benefícios que poderão se estruturar no esforço mundial para a contenção do aquecimento global da atmosfera.

O acelerado crescimento do uso de energia eólica para a geração de eletricidade está firmemente fundamentado na sua aceitação pela sociedade como fonte ecologicamente favorável e nos altos níveis de confiabilidade e eficiência operacionais atingido pelos aerogeradores atuais, como também na redução do preço por kW dessas turbinas eólicas.

O Brasil encontra-se dentre os países de grande potencial eólico, destacando-se o Estado do Ceará com um dos pioneiros na geração de energia eólica em escala comercial. De acordo com os levantamentos de potencial eólico realizados nos últimos anos, Pernambuco só vem a confirmar sua elevada capacidade de produção eólica. Todavia, a exploração desta capacidade, visando a transformação da energia do vento em eletricidade, só foi possível através da importação de tecnologia, mais especificamente da Alemanha, utilizada para instalação das Usinas Eólicas de Taíba e da Prainha - CE através da WOBEN WINDPOWER, associada da companhia alemã ENERCON, terceira no *ranking* internacional dos fabricantes de aerogeradores.

Destacam-se ainda em termos de tecnologia de última geração, a CONERGY, empresa alemã que desenvolve tecnologia própria para a geração de eletricidades utilizando fontes alternativas, presente em 22 países inclusive no Brasil e a VENSYS, empresa também alemã que possui mais de 20 anos de experiência e tem equipamentos instalados em países como China, Alemanha e Canadá. Atualmente observa-se relevantes investimentos na tecnologia para otimização e melhor eficiência das unidades geradoras eólicas, oferecendo sustentabilidade à indústria de equipamentos de geração de energia.

O modelo de aerogerador a ser utilizado no parque eólico, é baseado numa máquina da marca Gamesa, modelo G114, com 2000 kW de potência nominal, 120 m de altura de hub e 114 m de diâmetro do rotor, com rotor de três pás, fixadas pelo cubo do rotor.

O rotor multipás atualmente representa a maioria das instalações eólicas, tendo sua maior aplicação no bombeamento d'água. Suas características tornam seu uso mais próprio para aeromotores, pois dispõe de uma boa relação torque de partida / área de varredura do rotor, mesmo para ventos fracos, em contrapartida seu melhor rendimento encontra-se nas baixas velocidades, limitando a potência máxima extraída por área do rotor, que não é das melhores, tornando este tipo pouco indicado para geração de energia elétrica.

O rotor de três pás é praticamente o padrão de rotores utilizados nos aerogeradores modernos, isto se deve ao fato da grande relação de potência extraída por área de varredura do rotor, muito superior ao rotor multipás (embora isto só ocorra em velocidades de vento superiores), pois além do seu rendimento máximo ser o melhor entre todos os tipos, situa-se em velocidades mais altas. Entretanto, apresenta baixos valores de torque de partida, e de rendimento para velocidades baixas, características que apesar de aceitáveis em sistemas de geração de eletricidade, incompatibilizam seu uso em sistemas que requeiram altos momentos de força e ou carga variável.

Os aerogeradores emitem ruído em índice baixos, e são capazes de produzir eletricidade com velocidades de vento a partir de 3,5 m/s (*cut-in*), atingindo sua capacidade nominal com velocidades próximas a 11,0 m/s e interrompendo a sua geração com velocidades de vento superiores à 25 m/s (*cut-out*), ou seja, apresenta características muito próximas aos modelos já instalados nas novas usinas de geração eólico-elétricas em operação no Brasil.

O modelo de aerogerador a ser empregado no empreendimento, o Gamesa, modelo G114, apresenta comprovada eficiência para as condições ambientais da área contemplada com o projeto.

Os sistemas eólicos interligados ao sistema de distribuição, por dispensarem sistemas de armazenamento são bastante viáveis representando atualmente a maior evolução em sistemas eólicos, já apresenta custos paritários ao das hidrelétricas. Nesta configuração os sistemas eólicos podem ter uma participação na ordem de 15% do fornecimento total de energia, envolvendo na definição deste percentual, estudos específicos de vários fatores que garantam fornecimento regular e a qualidade de energia do sistema interligado como um todo.