

10. ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO

10.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os Estudos de Análise de Risco – EARs das Usinas eólio-elétrica que integram o **COMPLEXO EÓLICO FAISA** foram elaborados pela empresa AMPLA Engenharia, Assessoria, Meio Ambiente e Planejamento Ltda., tendo como Responsável Técnico o Engenheiro Químico José Euber de Vasconcelos Araújo, CREA/CE Nº. 1.962-D.

Os EARs tiveram por finalidade identificar, analisar e avaliar os eventuais riscos impostos a objetos vulneráveis (meio ambiente, comunidades circunvizinhas e instalações) advindas das Usinas Eólio-elétricas.

Os EARs foram entregues a SEMACE em 15 de setembro de 2010 (Protocolo Nº 09416624-2), e já constam no processo de licenciamento ambiental do empreendimento. Desta forma são aqui apresentados seus principais resultados.

Este capítulo inclui ainda as recomendações referentes ao **Plano de Gerenciamento de Riscos** e ao **Procedimento de Resposta à Emergência** que fazem parte do EAR.

Cada EAR foi desenvolvido com base em Metodologias reconhecidas e adotadas nacional e internacionalmente, Recomendações Normativas e Instruções Técnicas e Legais quando pertinentes, sempre tendo por base o Termo de Referência emitido pela SEMACE.

A execução do EAR ocorreu em diversas etapas de forma sequencial onde merecem destaque as listadas a seguir:

- Caracterização do empreendimento e da região de interesse no entorno do Empreendimento;
- Identificação dos perigos e definição das hipóteses acidentais que eventualmente possam vir a ocorrer nas diversas fases de implantação e operação de cada UEE;
- Análise das frequências e seus respectivos efeitos físicos, decorrentes de eventos

anormais que possam resultar em incêndios ou explosões;

- Cálculo das frequências de ocorrência das hipóteses e cenários acidentais;
- Determinação das áreas vulneráveis passíveis de serem afetadas pelos diferentes impactos decorrentes dos efeitos físicos de cada um dos cenários de acidentes;
- Estimativa dos riscos impostos às pessoas localizadas nos núcleos populacionais (empresa) significativos e/ou estimativa de transeuntes identificados no entorno do Empreendimento, expressos em termos de Risco Individual (perfil de risco) e Risco Social (curvas f-N);
- Avaliação dos riscos e proposição de medidas mitigadoras e de gerenciamento, na forma de um PGR – Plano de Gerenciamento de Riscos (Concepção).

10.2. RESULTADOS OBTIDOS NOS EAR'S

Os estudos realizados procuram responder a seguinte pergunta: *"É seguro construir estas turbinas eólicas previstas pela UEE neste local?"*

Na verdade a questão acima trata de esclarecer o que segue:

- Será que as turbinas eólicas apresentam risco significativo para os objetos e atividades (objetos vulneráveis) localizadas na circunvizinhança da UEE?
- Será que a soma deste novo risco com os riscos pré-existentes estarão dentro dos critérios de aceitabilidade previstos para este local?

Para responder a estas questões, o presente estudo esclareça:

- Que tipos de riscos estão associados às turbinas eólicas;

- A que distâncias dos objetos vulneráveis as turbinas eólicas se localizam;
- Qual é a probabilidade de uma pessoa ou objeto ser atingida por um fragmento de turbina;
- Qual o Risco Social que o Parque Eólico impõe as pessoas diretamente envolvidas;
- Quais são os critérios de segurança válidos e que devem ser adotados para tais riscos.

Tais questões são respondidas através dos itens a seguir apresentados.

10.2.1. Para UEE Faixa I

10.2.1.1. Quanto a Análise Qualitativa dos Riscos

Foram identificadas 39 hipóteses acidentais referentes à operação da **UEE FAISA I** através da técnica denominada Análise Preliminar de Perigo (APP), e que geraram a matriz de caracterização dos riscos, conforme mostra a Figura 10.1.

As medidas mitigadoras recomendadas para minimizar tais riscos estão explicitadas no Capítulo 12.

Figura 10.1 – Matriz de Caracterização de Riscos Referente à UEE Faixa I

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Matriz de caracterização de riscos					
MARTIFER Renováveis		Severidade			
		Desprezível (I)	Marginal (II)	Crítica (III)	Catastrófica (IV)
Probabilidade	Provável (A)	0	0	0	0
	Razoavelmente Provável (B)	0	2	5	0
	Remota (C)	3	11	13	1
	Extremamente Remota (D)	1	3	0	0

Fonte: Dados internos AMPLA.

RD	Risco Desprezível
RB	Risco Baixo
RM	Risco Moderado
RA	Risco Alto

Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

10.2.1.2. Quanto a Vulnerabilidade

Os Quadros 10.1 e 10.2 resumem respectivamente os resultados dos efeitos de radiação térmica e sobrepressão resultantes da Análise de Vulnerabilidade, indicando os alcances máximos dos efeitos decorrentes dos cenários acidentais, considerados para a **UEE FAISA I**.

Quadro 10.1 – Alcances Máximos para a Radiação Térmica

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Sub-sistema	Equipamento	Radiação do Incêndio			
		1,0 kW/m ²	9,85 kW/m ²	19,45 kW/m ²	48,10 kW/m ²
Torres de Aerogeradores	Nacelle	131,5 m	63,0 m	49,1 m	24,3 m
	Baterias e Acumuladores	62,8 m	33,8 m	23,5 m	< 1 m
Subestação	Transformador (Incêndio)	133,7 m	63,0 m	49,1 m	24,3 m
	Transformador (BLEVE)	596,1 m	145,3 m	< 1 m	< 1 m

Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

Quadro 10.2 – Alcances Máximos para a Sobrepressão

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Sub-sistema	Equipamento	Sobrepressão		
		0,03 Bar	0,7 Bar	2,0 Bar
Subestação	Baterias e Acumuladores	1.567 m	159,2 m	105,9 m
	Transformador (Explosão)	1.760 m	183,1 m	114,9 m

Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

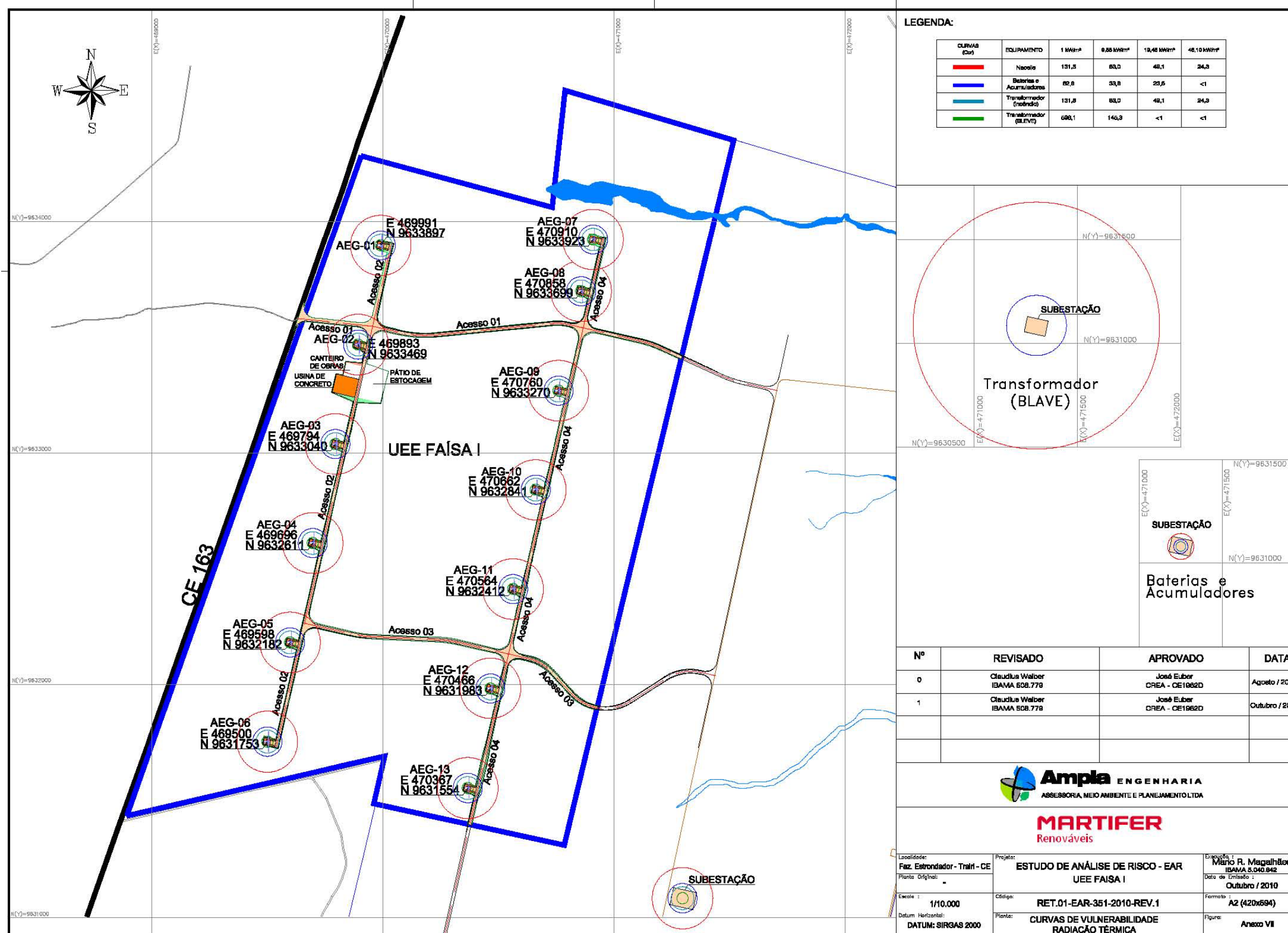
Os mapas de vulnerabilidade para os valores calculados são mostrados nas Figuras 10.2 e 10.3.

10.2.1.3. Quanto ao Risco Social

Os riscos sociais são medidas numéricas simples, tabelas numéricas, ou resumos gráficos que estimam o risco a um grupo de pessoas localizadas na zona de efeito de um acidente ou local do acidentes. As estimativas de risco social foram obtidas a partir de levantamentos históricos nacionais e internacionais de diversas etapas do processo de produção de energia, contemplando desde problemas nos aerogeradores (torres, pás, etc.), nas subestações e sistemas de distribuição.

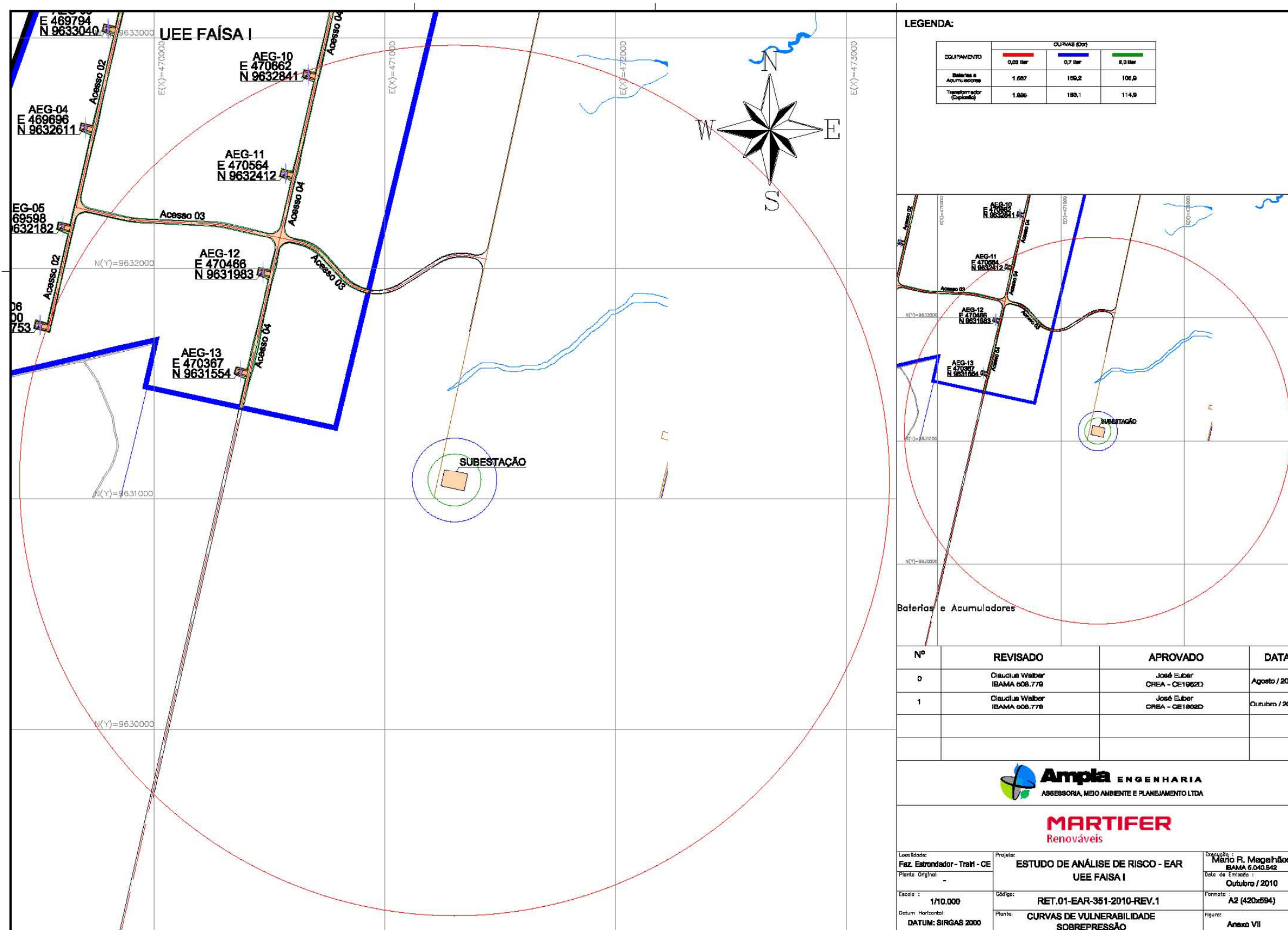
Considerando a **UEE FAISA I** operando com as 13 Turbinas Eólicas e a subestação, o estudo mostrou que o Risco Social da UEE Faixa I foi de $R = 6,60E-05$ /ano, ou seja, a probabilidade ocorrer 2,0 fatalidades por ocasião de acidentes envolvendo os Aerogeradores e os transformadores da Subestação.

Figura 10.2 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Radiação Térmica para Faixa I
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

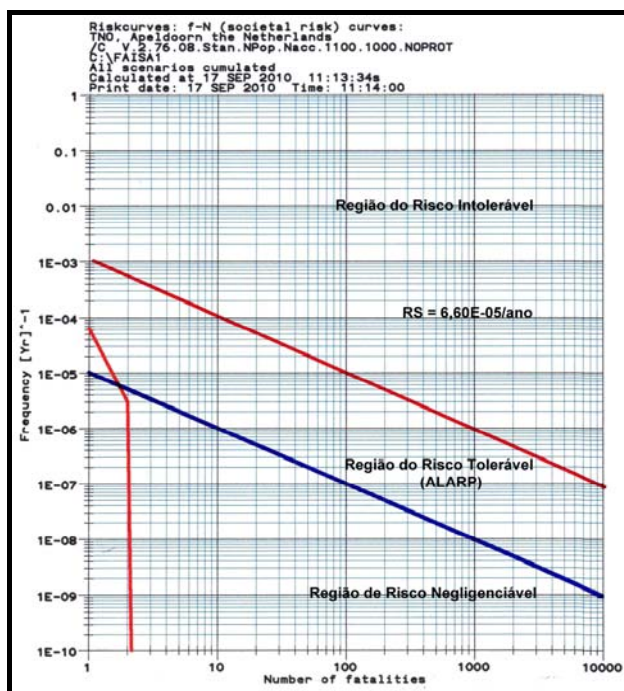
Figura 10.3 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Sobrepressão para Faixa I
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

Conforme mostra a Figura 10.4, a Curva f-N do Empreendimento como um todo se encontra na região de risco tolerável (ALARP), segundo os critérios da CETESB.

Figura 10.4 – Curva f-N Relativa à UEE Faixa I
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010. Limites estabelecidos pela CETESB. Acima de $1,00E-03$ o Risco Social é considerado INTOLERÁVEL. Abaixo de $1,00E-05$ é considerado NEGLIGENCIÁVEL.

10.2.1.4. Quanto ao Risco Individual

O risco individual calculado para a **UEE FAISA I** levou em consideração três medidas de riscos: Gráfico de Contornos do Risco Individual, Risco Individual Máximo e o Risco Individual Médio (Exposição da população). Para os gráficos de contornos do risco individual temos a distribuição geográfica do risco, independente de haver naquela região pessoas, ou seja, mostram através de dados georreferenciados a utilização de contornos para cada unidade geradora, demonstrando o raio de atuação dos diversos tipos de acidentes modelados.

Para o risco individual máximo temos a exposição de pessoas (população) próxima a áreas de ocorrências dos acidentes. Este dado é muito útil à medida que considera o raio de atuação máximo do risco, principalmente para o caso de

lançamentos das pás de aerogeradores, por efeito dos ventos e/ou incêndios. Segundo dados levantados pela CWIF - Caithness Windfarm Information Forum, o raio de segurança garantido para a não ocorrência de danos a propriedades, pessoas internas (funcionários) e externas (população circunvizinha) ao empreendimento é de 2 km a de cada aerogerador.

10.2.1.5. Quanto a Taxa de Acidentes Fatais

Os riscos ocupacionais traduzidos através da "Taxa de Acidentes Fatais" ou TAF ("Fatal Accident Rate – FAR") é definida como o número de mortes ocupacionais em $1,00E+08$ horas de trabalho. Para o caso específico da **UEE FAISA I** a TAF foi de $8,75E-03$.

Com base no levantamento histórico do estudo realizado, o setor de energia eólica apresenta atualmente uma taxa de fatalidades em torno de $3,28E-02$ para o período de 2003 a 2007 (Quadro 10.3). Isto quer dizer que para este período foram registrados em média menos de um acidente fatal (0,328).

Quadro 10.3 – Taxa de Acidentes Fatais para o Setor Eólico em Todo o Mundo
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Ano	TAF (FAR)
2003	$2,20E-02$
2004	$3,70E-02$
2005	$2,90E-02$
2006	$2,60E-02$
2007	$5,00E-02$

Fonte: EAR UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

10.2.2. Para UEE Faixa II

10.2.2.1. Quanto a Análise Qualitativa dos Riscos

Foram identificadas para a **UEE FAISA II** as mesmas 39 hipóteses acidentais referentes da **UEE FAISA I**, com distribuição idêntica na matriz de caracterização de riscos.

10.2.2.2. Quanto a Vulnerabilidade

O mais importante fenômeno relacionado com a vulnerabilidade da **UEE FAISA II** é a Descarga

Elétrica Atmosférica. Tal exposição se dá principalmente devido às elevadas alturas das torres expondo principalmente o gerador às consequências das Descargas. Os elementos do parque mais passíveis as falhas são as pás e as estruturas das torres. Conforme apresentado, os principais efeitos detectados com a ocorrência de tais eventos são: incêndio nas turbinas e arremesso de fragmentos com alta ou baixa energia, expondo outras estruturas e/ou pessoas a danos.

As estruturas localizadas próximo a **UEE FAISA II** apresentam vulnerabilidade praticamente desprezível para uma distância de segurança de dois quilômetros a partir do ponto central do parque, porém, para distâncias menores, em condições extremas de ventos e operação, as estruturas externas ao empreendimento estão expostas aos estilhaços e fragmentos arremessados dos aerogeradores, podendo causar efeitos secundários como falta de energia por rompimento das linhas de transmissão, interdição de estradas e outras vias, destruição de casas e outros empreendimentos.

Os mapas de vulnerabilidade para os valores calculados são mostrados nas Figuras 10.5 e 10.6

10.2.2.3. Quanto ao Risco Social

Da mesma forma que a **UEE FAISA I**, as estimativas de risco social para a **UEE FAISA II** contemplaram desde problemas nos aerogeradores (torres, pás, etc.), nas subestações e sistemas de distribuição. Estes dados são expostos nas tabelas abaixo em acidentes por um período de tempo determinado (acidentes/ano, acidentes/mês, fatalidades/ano, falhas/ano e etc.).

Entre as diversas tabelas utilizadas para efeito de simulação dos dados, foram utilizadas, entre outras, as Tabelas 10.1 a 10.3 contemplando o risco social inerente aos acidentes/ano e a tabela 14.4 contemplando as fatalidades/ano, como citadas a seguir:

Considerando o parque da **UEE FAISA II** completo, isto é, operando com as 12 Turbinas Eólicas, o estudo mostrou que o Risco Social desta UEE foi de $R = 8,00E-07/\text{ano}$, ou seja, a probabilidade ocorrer 3 fatalidades por ocasião de acidentes envolvendo os Aerogeradores. Conforme mostra a

Figura 10.7, o Risco Social Médio do Empreendimento como um todo se encontra na região considerada Negligenciável, segundo os critérios da CETESB.

Ainda segundo os critérios estabelecidos pela CETESB, o Risco Social máximo tolerável é de $1,00E-05/\text{ano}$ e o negligenciável abaixo de $1,00E-06/\text{ano}$. Desta maneira, se determinado empreendimento, como é o caso desta **UEE FAISA II**, o Risco Social situar-se na região Negligenciável, tais riscos devem ser submetidos somente a seu gerenciamento conforme previsto no PGR a ser desenvolvido por ocasião da liberação da Licença de Operação deste empreendimento, como exigência da LI – Licença de Implantação.

10.2.2.4. Quanto ao Risco Individual

O risco individual calculado para a **UEE FAISA II** levou em consideração as mesmas três medidas de riscos citadas para **UEE FAISA I**.

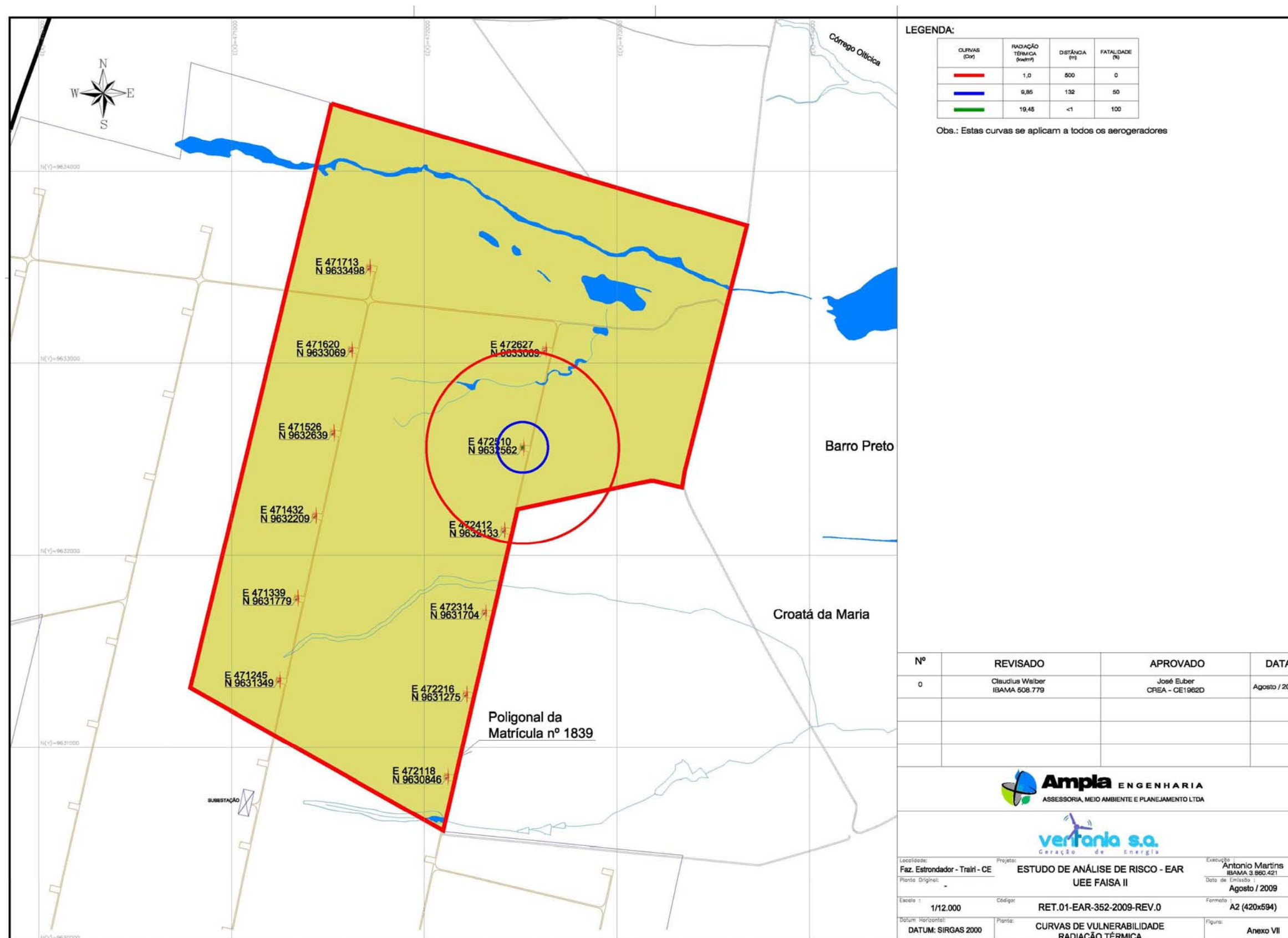
O risco individual médio é simulado para considerações gerais de riscos no interior do Parque Eólico **UEE FAISA II**, entretanto os dados obtidos são dados médios. Estes dados são mostrados pelas curvas gerais de riscos do empreendimento, não considerando pontos de riscos individuais.

Para a modelagem das curvas referentes ao Risco Individual (curvas f-X), utilizou-se também o *software Risk Curves* da TNO, cujos resultados são apresentados na Figura 10.8 (modelagem para o Aerogerador A1). Este resultado se aplica a todos os Aerogeradores. Portanto o Risco Individual dos Aerogeradores é igual a $1,80E-07$ para todos os Aerogeradores.

10.2.2.5. Quanto a Taxa de Acidentes Fatais

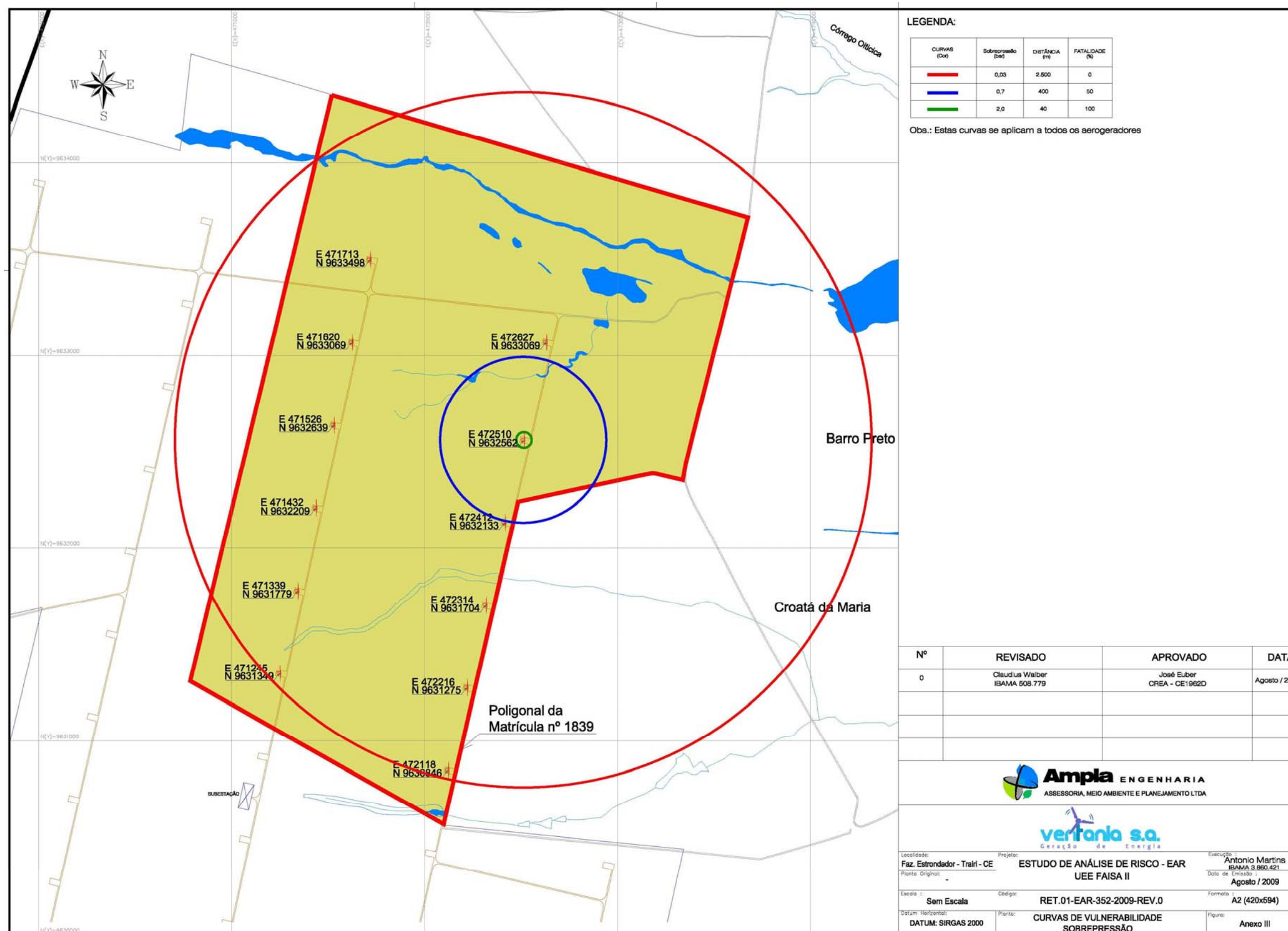
Os riscos ocupacionais traduzidos através da "Taxa de Acidentes Fatais" ou TAF ("*Fatal Accident Rate – FAR*") para o caso específico da **EÓLICA FAISA II** foi de $2,05E-03$ (Menor do que os dados mundiais já apresentados em tabela anterior para Faixa I).

Figura 10.5 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Radiação Térmica para Faixa II
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Figura 10.6 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Sobrepressão para Faixa II
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Tabela 10.1 – Frequência de Acidentes/Ano para o Setor de Energia Eólica
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Energia Eólica	2,77E+01
1970 a 2009	1,58E+01
Lesões	8,15E-01
Falhas na Pás	3,75E+00
Incêndios	3,29E+00
Falhas Estruturais	1,78E+00
Transporte (não fatal)	9,17E-01
Danos Ambientais (incluso a morte de pássaros)	1,30E+00

Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Tabela 10.2 – Frequência de Acidentes/Ano para Turbinas Geradoras Eólicas
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Turbinas em geral (falhas/hora)	1,49E-04
Queda das Extremidades	1,00E-04
Vibração do Rotor	1,15E-05
Pás	1,12E-05
Partida Repentina	1,12E-05
Eixo	1,12E-05
Gerador	7,69E-07
Caixa de Engrenagens	6,30E-07
Sistema de Travamento	2,16E-06
Torres	1,00E-07

Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Tabela 10.3 – Frequência de Acidentes/Ano para Transformadores Elétricos
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Transformadores	8,69E+00
Sobrecarga	2,45E-01
Desequilíbrio de Fases	7,90E-02
Interrupção (painel)	1,20E-02
Descarga Atmosférica	2,30E-02
Curto Circuito Externo	1,54E-01
Curto Circuito interno	3,80E-01
Nível de Isolamento	6,10E-06
Penetração de Água	4,50E-02
Explosões	7,75E+00

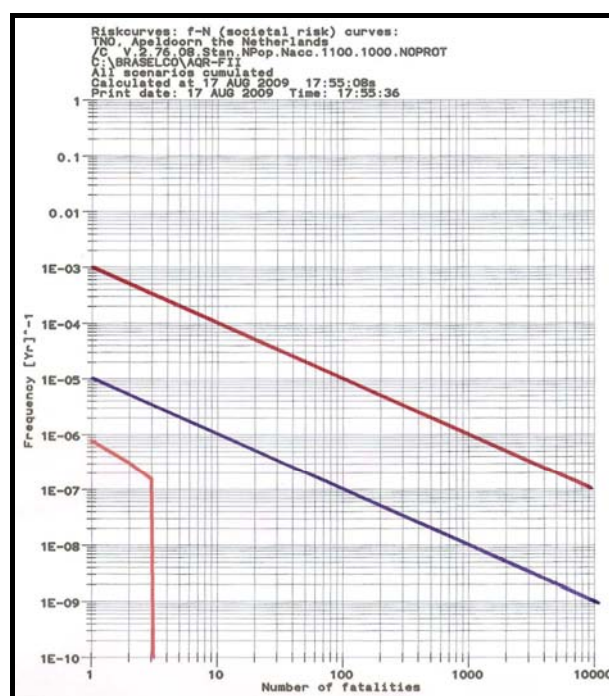
Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Tabela 10.4 - Frequência de Fatalidades/Ano para o Setor de Energia Elétrica
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Energia Eólica	1,40E+00
1970 a 2009	1,40E+00
Transporte	9,53E+00
1970 a 2009	8,00E+00
Vento	1,12E+00
Terceiros	4,08E-01

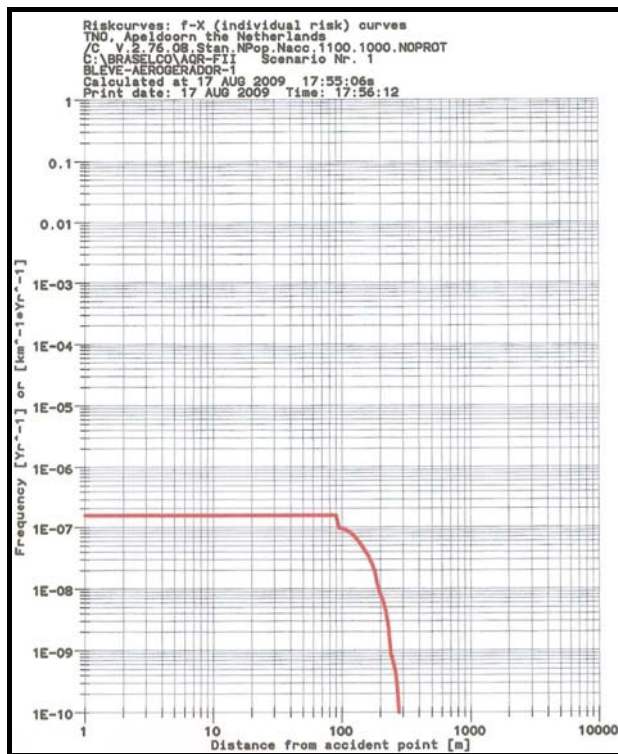
Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010.

Figura 10.7 – Curva f-N Relativa a UEE Faixa II
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010 – Limites estabelecidos pela CETESB. Acima de 1,00E-03 o Risco Social é considerado INTOLERÁVEL. Abaixo de 1,00E-05 é considerado NEGLIGENCIÁVEL.

Figura 10.8 – Curva f-X – Risco Individual
Referente ao Aerogerador A1
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa II – AMPLA, 2010

10.2.3. Para UEE Faixa III

10.2.3.1. Quanto a Análise Qualitativa dos Riscos

Foram identificadas para a **UEE FAISA III** as mesmas 39 hipóteses acidentais referentes às **UEEs FAISA I E II**, com distribuição idêntica na matriz de caracterização de riscos.

10.2.3.2. Quanto a Vulnerabilidade

Os quadros que resumem os resultados dos efeitos de radiação térmica e sobrepressão resultantes da Análise de Vulnerabilidade para a **UEE FAISA III** são os mesmos abordados na descrição para a **UEE FAISA I**.

Os mapas de vulnerabilidade dos valores calculados para a **UEE FAISA III** são mostrados nas Figuras 10.9 e 10.10.

10.2.3.3. Quanto ao Risco Social

Considerando a **UEE FAISA III** operando com as 13 Turbinas Eólicas e a subestação, o estudo

mostrou que o Risco Social da **UEE FAISA III** foi de $RS = 1,80E-04/\text{ano}$ com frequência de ocorrência igual $5,0E-04/\text{ano}$ e probabilidade de ocorrer 3 fatalidades por ocasião de acidentes envolvendo os componentes **UEE FAISA III**.

Conforme mostra a Figura 10.11, a Curva f-N do Empreendimento como um todo se encontra na região de risco tolerável (ALARP), segundo os critérios da CETESB.

10.2.3.4. Quanto ao Risco Individual

Para a análise do risco individual para a **UEE FAISA III** consideraram-se os mesmos parâmetros relatados para **UEE FAISA I** sendo o risco individual médio simulado para considerações gerais de riscos no interior da **UEE FAISA III**, entretanto os dados obtidos foram dados médios e são mostrados pelas curvas gerais de riscos do empreendimento, não considerando pontos de riscos individuais.

10.2.3.5. Quanto a Taxa de Acidentes Fatais

Como resultado obtido para o caso específico da **UEE FAISA III** a TAF foi de $2,28E-02$, valor inferior ao valor de base levantado para o setor de energia eólica no mundo cujo valor foi de $3,28E-02$ para o período de 2003 a 2007.

10.2.4. Para UEE Faixa IV

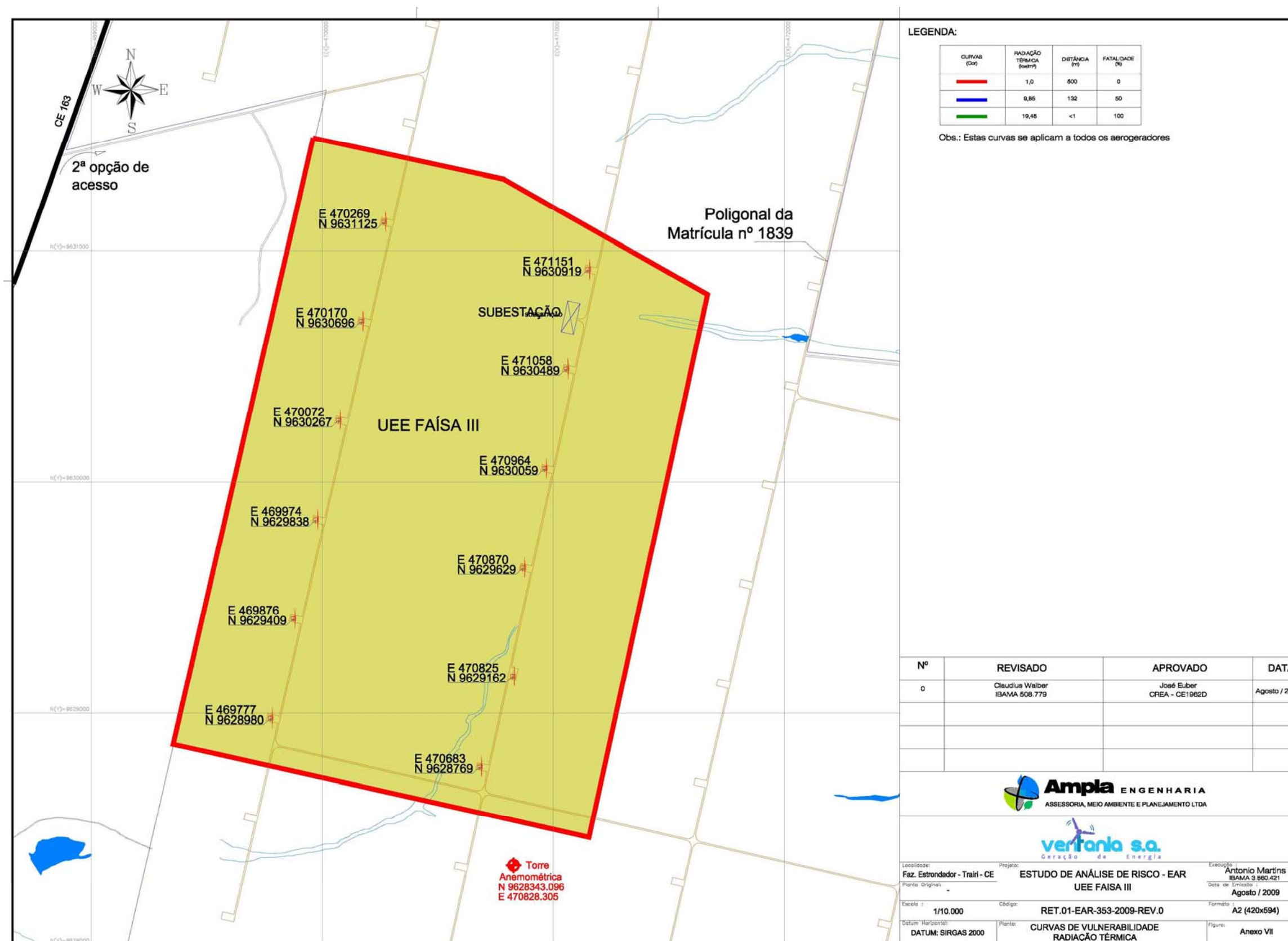
10.2.4.1. Quanto a Análise Qualitativa dos Riscos

Foram identificadas para a **UEE FAISA IV** as mesmas 39 hipóteses acidentais referentes às **UEEs FAISA I, II E III**, com distribuição idêntica na matriz de caracterização de riscos.

10.2.4.2. Quanto a Vulnerabilidade

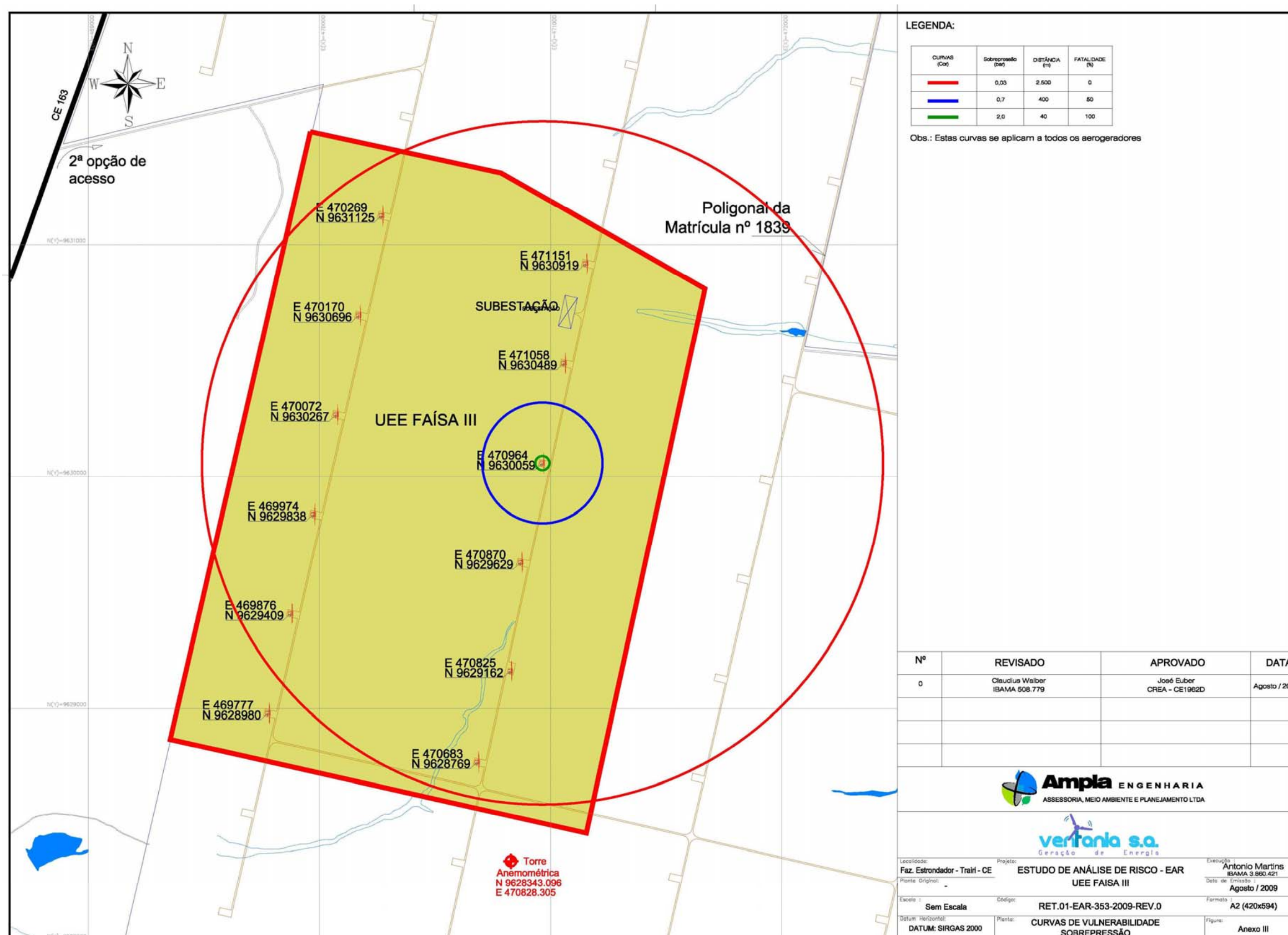
As estruturas localizadas próximo a **UEE FAISA IV** apresentam vulnerabilidade praticamente desprezível para uma distância de segurança de dois quilômetros a partir do ponto central do parque, porém, para distâncias menores, em condições extremas de ventos e operação, as estruturas estão sujeitas a provocar os mesmo estragos citados na descrição deste tópico para a **UEE FAISA II**.

Figura 10.9 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Radiação Térmica para Faixa III
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



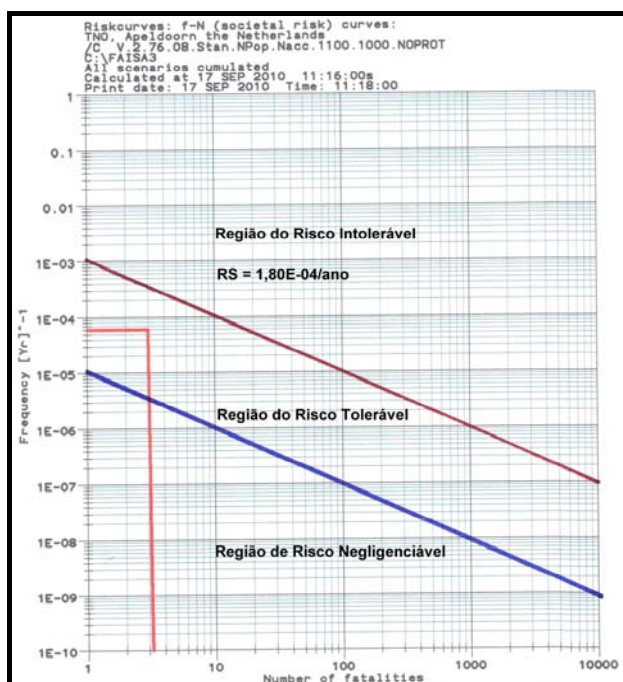
Fonte: EAR UEE Faixa III – AMPLA, 2010.

Figura 10.10 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Sobrepressão para Faixa III
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa III – AMPLA, 2010.

Figura 10.11 – Curva f-N Relativa à UEE Faixa IV
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa III – AMPLA, 2010 – Limites estabelecidos pela CETESB. Acima de $1,00E-03$ o Risco Social é considerado INTOLERÁVEL. Abaixo de $1,00E-05$ é considerado NEGLIGENCIÁVEL.

Os mapas de vulnerabilidade para os valores calculados são mostrados nas Figuras 10.12 e 10.13.

10.2.4.3. Quanto ao Risco Social

Considerando a **UEE FAISA IV** como um todo, operando com as 12 Turbinas Eólicas, o estudo mostrou que o Risco Social do parque foi de $R = 3,80E-07/\text{ano}$, ou seja, a probabilidade de ocorrer 2,20 fatalidades por ocasião de acidentes envolvendo os Aerogeradores. Conforme mostra a Figura 10.14, o Risco Social Médio do Empreendimento como um todo se encontra na região considerada Negligenciável, segundo os critérios da CETESB.

Ainda segundo os critérios estabelecidos pela CETESB, o Risco Social máximo tolerável é de $1,00E-05/\text{ano}$ e o negligenciável abaixo de $1,00E-06/\text{ano}$. Desta maneira, se determinado empreendimento, como é o caso desta **UEE FAISA IV**, o Risco Social situar-se na região Negligenciável, tais riscos devem ser submetidos somente a seu gerenciamento conforme previsto no PGR.

10.2.4.4. Quanto ao Risco Individual

Para a modelagem das curvas referentes ao Risco Individual (curvas f-X), utilizou-se também o *software Risk Curves* da TNO, cujos resultados são apresentados na Figura 10.15 (modelagem para o Aerogerador A1). Este resultado se aplica a todos os Aerogeradores. Portanto o Risco Individual dos Aerogeradores é igual a $1,80E-07$ para todos os Aerogeradores.

10.2.4.5. Quanto a Taxa de Acidentes Fatais

Como resultado obtido para o caso específico da **UEE FAISA IV** a TAF foi de $2,05E-03$, valor inferior ao valor de base levantado para o setor de energia eólica no mundo cujo valor foi de $3,28E-02$ para o período de 2003 a 2007.

10.2.5. Para UEE Faixa V

10.2.5.1. Quanto a Análise Qualitativa dos Riscos

Foram identificadas para a **UEE FAISA V** as mesmas 39 hipóteses acidentais referentes às **UEEs FAISA I, II, III e IV**, com distribuição idêntica na matriz de caracterização de riscos.

10.2.5.2. Quanto a Vulnerabilidade

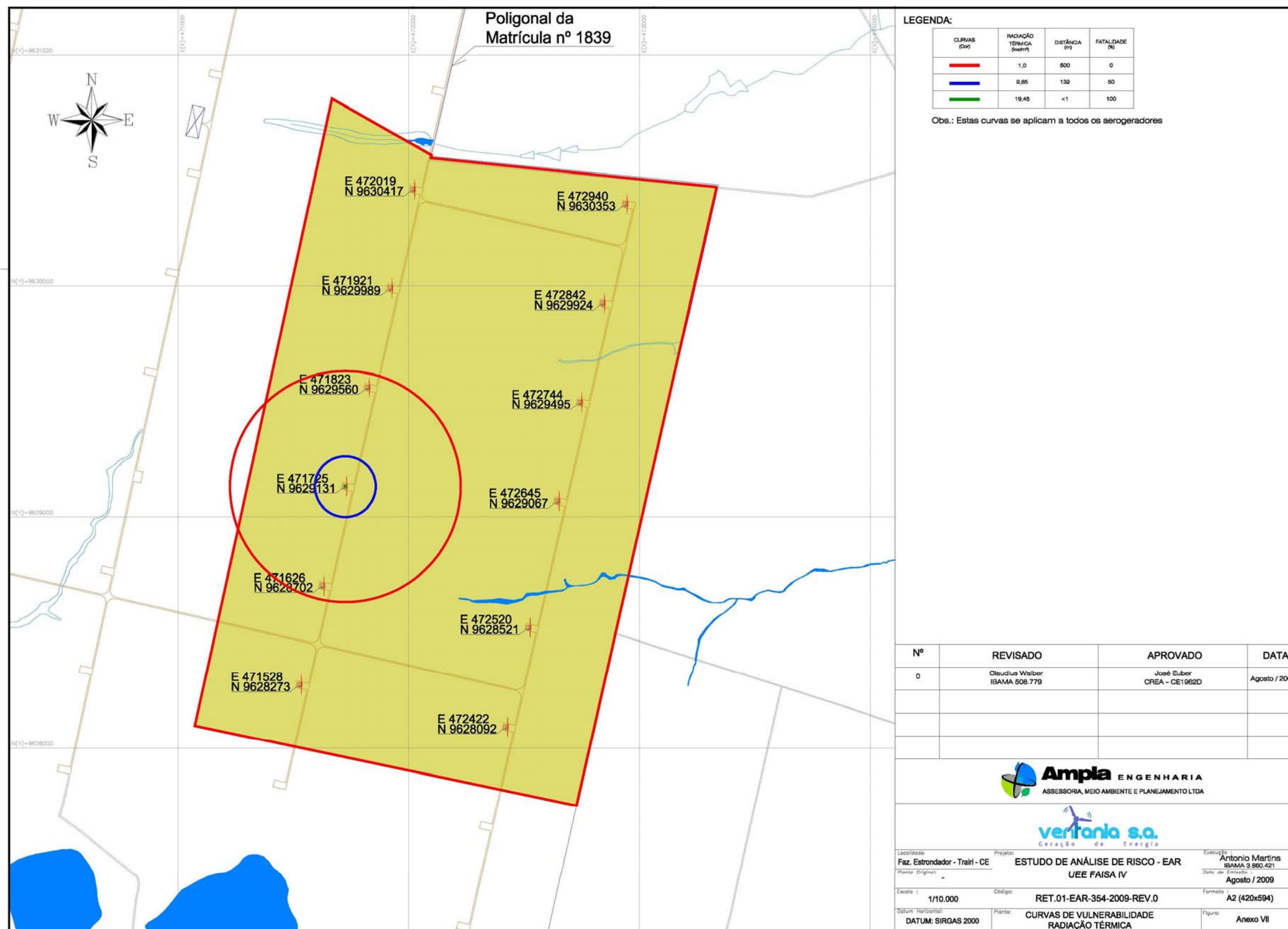
Os Quadros 10.4 e 10.5 resumem respectivamente os resultados dos efeitos de radiação térmica e sobrepressão resultantes da Análise de Vulnerabilidade, indicando os alcances máximos dos efeitos decorrentes dos cenários acidentais, considerados para a **UEE FAISA V**.

Os mapas de vulnerabilidade para os valores calculados são mostrados nas Figuras 10.16 e 10.17.

10.2.5.3. Quanto ao Risco Social

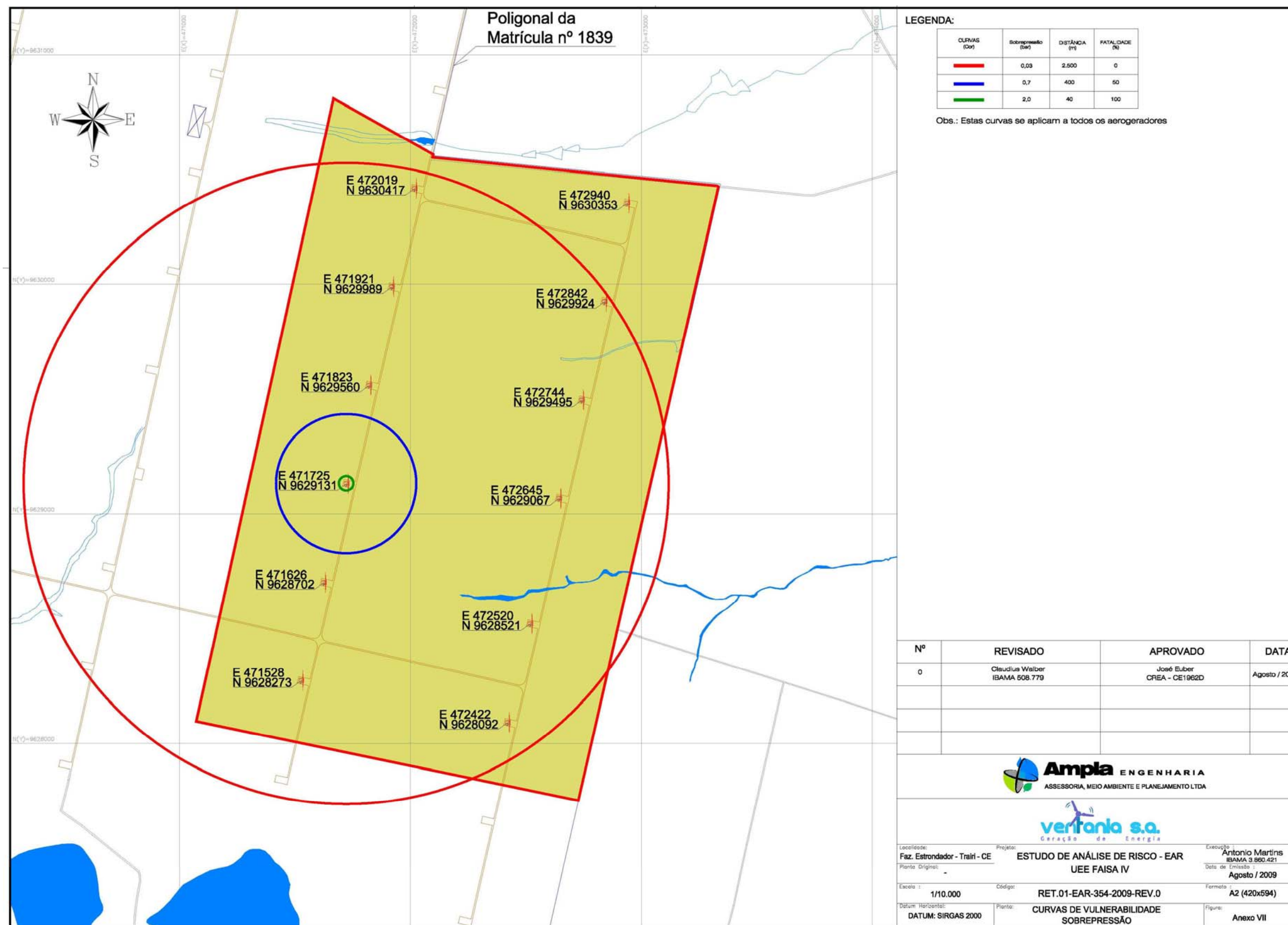
Considerando a UEE Faixa V como um todo, isto é, operando com as 14 Turbinas Eólicas e a subestação, o estudo mostrou que o Risco Social de $RS = 8,04E-04/\text{ano}$ com frequência de ocorrência igual a $3,0E-03/\text{ano}$ e probabilidade de ocorrer 2 fatalidades por ocasião de acidentes envolvendo os componentes UEE Faixa V.

Figura 10.12 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Radiação Térmica para Faixa IV
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



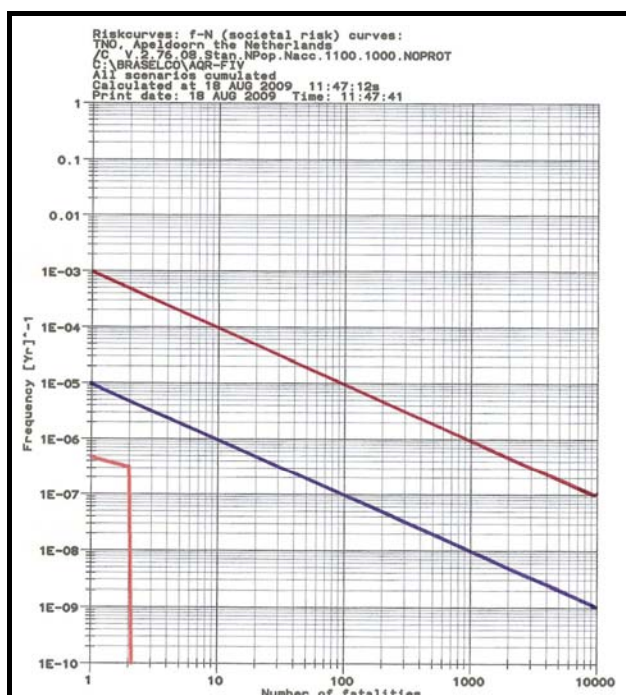
Fonte: EAR UEE Faixa IV – AMPLA, 2010.

Figura 10.13 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Sobrepressão para Faixa IV
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



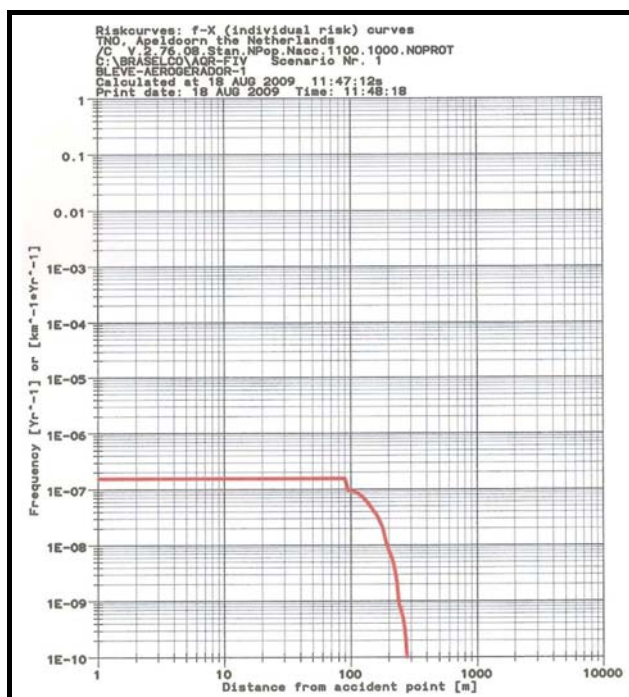
Fonte: EAR UEE Faixa IV – AMPLA, 2010.

Figura 10.14 – Curva f-N Relativa à UEE Faixa IV
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa IV – AMPLA, 2010 – Limites estabelecidos pela CETESB. Acima de 1,00E-03 o Risco Social é considerado INTOLERÁVEL. Abaixo de 1,00E-05 é considerado NEGLIGENCIÁVEL.

Figura 10.15 – Curva f-X – Risco Individual
Referente ao Aerogerador A1
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa IV – AMPLA, 2010.

Quadro 10.4 – Alcances Máximos para a Radiação Térmica

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Sub-sistema	Equipamento	Radiação do Incêndio			
		1 kW/m²	9,85 kW/m²	19,45 kW/m²	48,10 kW/m²
Torres de Aerogeradores	Nacelle	131,5 m	63,0 m	49,1 m	24,3 m
Subestação	Baterias e Acumuladores	62,8 m	33,8 m	23,5 m	< 1 m
	Transformador (Incêndio)	133,7 m	63,0 m	49,1 m	24,3 m
	Transformador (BLEVE)	596,1 m	145,3 m	< 1 m	< 1 m

Fonte: EAR UEE Faixa V – AMPLA, 2010

Quadro 10.5 – Alcances Máximos para a Sobrepressão

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

Sub-sistema	Equipamento	Sobrepressão		
		0,03 Bar	0,7 Bar	2,0 Bar
Subestação	Baterias e Acumuladores	1.567 m	159,2 m	105,9 m
	Transformador (Explosão)	1.760 m	183,1 m	114,9 m

Fonte: EAR UEE Faixa V – AMPLA, 2010

Conforme mostra a Figura 10.18, a Curva f-N do Empreendimento como um todo se encontra na região de risco tolerável (ALARP), segundo os critérios da CETESB.

10.2.5.4. Quanto ao Risco Individual

Para a análise do risco individual para a **UEE FAISA V** consideraram-se os mesmos parâmetros relatados para **UEE FAISA I** sendo o risco individual médio simulado para considerações gerais de riscos no interior da **UEE FAISA V**, entretanto os dados obtidos foram dados médios e são mostrados pelas curvas gerais de riscos do empreendimento, não considerando pontos de riscos individuais.

10.2.5.5. Quanto a Taxa de Acidentes Fatais

Como resultado obtido para o caso específico da **UEE FAISA V** a TAF foi de 6,28E-02.

O setor de energia eólica apresenta atualmente uma taxa de fatalidades em torno de 3,28E-02 para o período de 2003 a 2007. Isto quer dizer que para este período foram registrados em média menos de um acidente fatal (0,328).

Figura 10.16 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Radiação Térmica para Faixa V
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

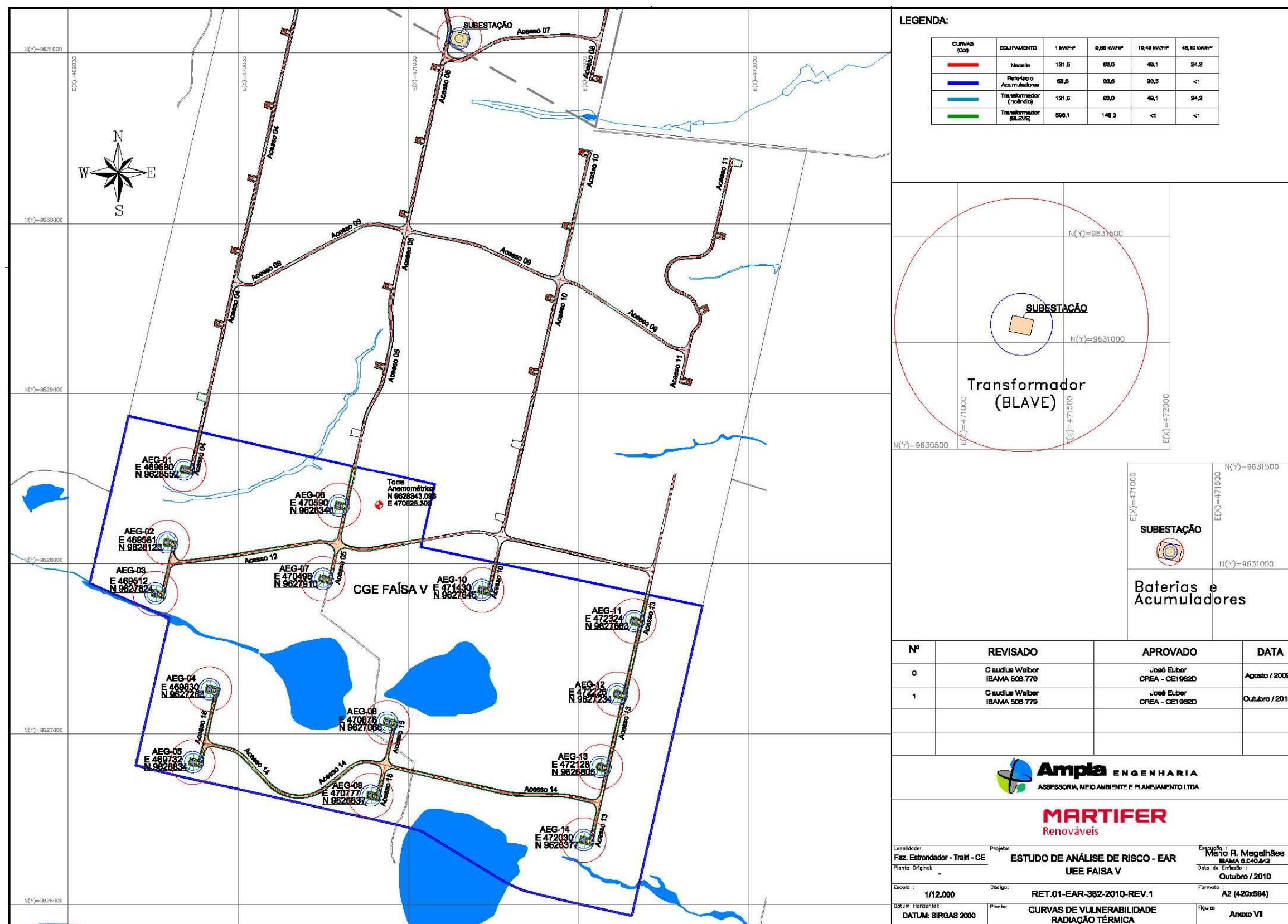
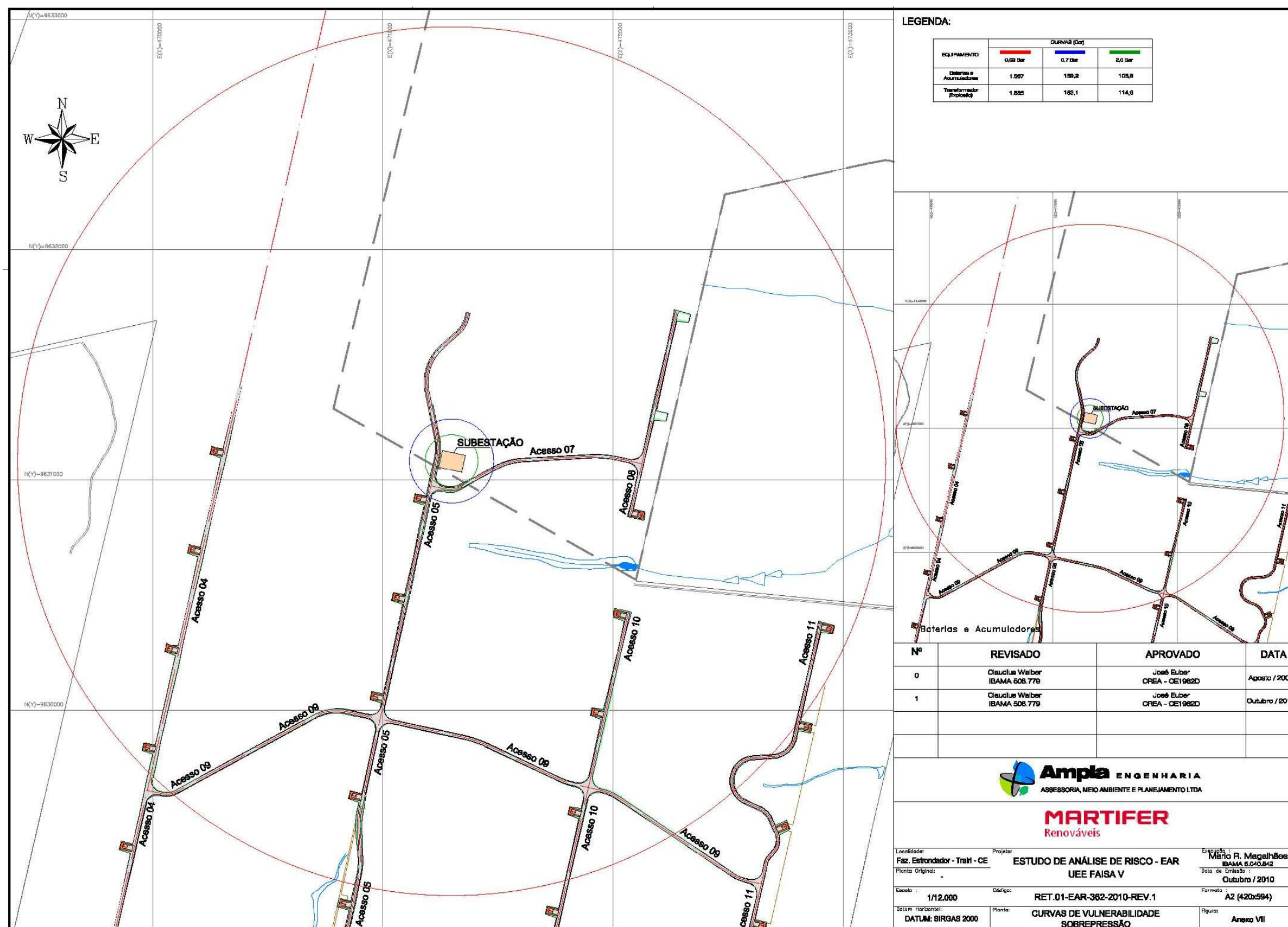
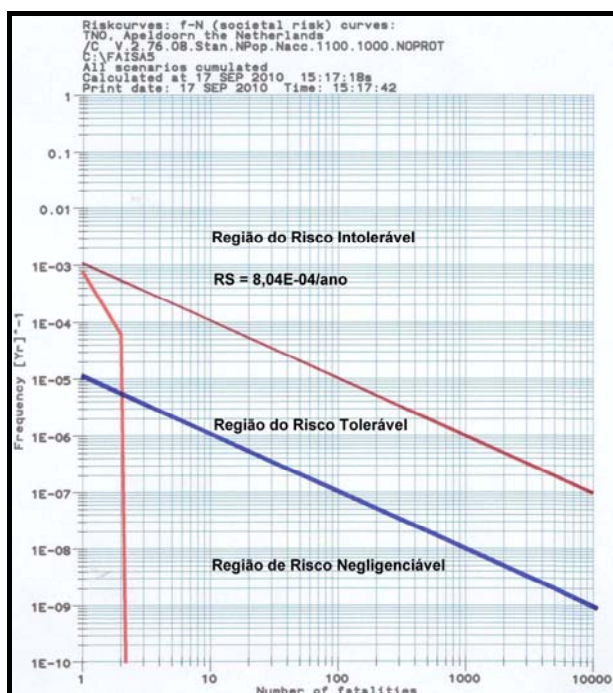


Figura 10.17 – Mapa de Curvas de Vulnerabilidade por Sobrepressão para Faixa V
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa V – AMPLA, 2010.

Figura 10.18 – Curva f-N Relativa à UEE Faixa V
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: EAR UEE Faixa V – AMPLA, 2010 – Limites estabelecidos pela CETESB. Acima de 1,00E-03 o Risco Social é considerado INTOLERÁVEL. Abaixo de 1,00E-05 é considerado NEGLIGENCIÁVEL.

10.3. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCO

O Plano de Gerenciamento de Risco – PGR tem por finalidade apresentar os procedimentos básicos necessários ao gerenciamento dos riscos identificados durante o Estudo de Análise de Risco – EAR elaborado para a implantação de cada uma das UEEs que compõem o **COMPLEXO EÓLICO FAISA**.

O PGR teve por base as informações relacionadas com a caracterização do empreendimento e da região circunvizinha às UEEs através do EAR elaborado e os riscos e vulnerabilidade identificados.

Para cumprir todas as exigências legais, normas e regras estabelecidas pelos órgãos governamentais no que diz respeito à Segurança, Proteção à Saúde e ao Meio Ambiente, o Plano de Gerenciamento de Risco – PGR foi estruturado contemplando os seguintes elementos:

- Organização;
- Identificação e avaliação de riscos;

- Normas e procedimentos;
- Treinamento;
- Manutenção de equipamentos críticos;
- Dados de segurança do produto;
- Investigação de acidentes/incidentes;
- Controle de modificação de processo/equipamento;
- Gerenciamento de emergências;
- Comunicação; e,
- Auditoria.

10.3.1. Medidas de Gerenciamento Propostas

Tendo como base os riscos identificados para as UEEs que compõem o **COMPLEXO EÓLICO FAISA**, as medidas de gerenciamento destes riscos consideradas são listadas a seguir:

- Procurar instalar as torres dos aerogeradores a pelo menos 2 km de objetos vulneráveis. Em caso de impossibilidade, manter cadastro atualizado dos objetos vulneráveis dentro deste raio, notadamente no que tange a presença humana;
- Manter operadores e terceirizados treinados e atualizados;
- Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de pessoal e equipamentos pesados durante a etapa de transporte e montagem;
- Realizar inspeção e manutenção preventiva dos equipamentos e sistemas de segurança;
- Fornecer equipamentos de segurança e EPIs adequados para a realização de manobras de manutenção e reparo;
- Manter distância de segurança para a instalação de novos empreendimentos e circulação de veículos;
- Utilizar estruturas e equipamentos nas torres que ofereçam proteção contra descargas elétricas;
- Verificar a compatibilidade entre a velocidade dos ventos da região e a capacidade suportável de projeto;

- Contratar empresa devidamente capacitada para a realização da montagem das bases das torres;
- Realizar estudo geológico preliminar para verificar as condições do terreno;
- Manter a área de movimentação de veículos e maquinaria pesada devidamente sinalizada;
- Manter placas de aviso nas vias de acesso informando sobre possíveis fragmentos arremessados em condições de ventania extrema;
- Informar sobre o perigo do acesso de pessoas não autorizadas às torres aerogeradoras;
- Em caso de fogo nos sistemas elétricos, para extinção usar pó químico e dióxido de carbono (CO₂). Remover os recipientes da área de fogo, se isto puder ser feito sem risco;
- Para disposição final retornar as baterias usadas ao fabricante;
- Utilizar placas de segurança como: "Cuidado Risco de Choque", "Cuidado Risco de Explosão", etc.;
- Assegurar que há sempre um caminho para escape do fogo, rota de fuga no interior da subestação;
- Checagem física dos componentes da instalação, serviço e manutenção;
- Implementação de sistemas de monitoramento remoto para a detecção de riscos de incêndios.

No que se refere a Descarga Elétrica Atmosférica, tal exposição se dá principalmente devido às elevadas alturas das torres expondo principalmente o gerador às consequências destas descargas. Os elementos do parque mais passíveis as falhas são as pás e as estruturas das torres. Conforme apresentado no EAR, os principais efeitos detectados com a ocorrência de tais eventos são incêndio nas turbinas e o arremesso de fragmentos com alta ou baixa energia, expondo outras estruturas e/ou pessoas a danos.

10.3.2. Recomendações

Cada UEE deve implementar como política interna ações eficientes e corrigir distorções que por ventura venham a ocorrer quando da implantação do PGR. É importante ainda que as UEEs adotem os procedimentos necessários à implementação dos Procedimentos de Resposta à Emergência e a estruturação do Grupo Gestor deste empreendimento, considerando o cronograma das obras já estabelecido.

Espera-se que com a implementação efetiva do Programa de Gerenciamento de Risco e os respectivos Procedimentos de Resposta à Emergência alcancem os benefícios desta atividade empresarial os quais podem ser traduzidos como geração de empregos e melhoria da economia local e regional, sem acidentes.

10.4. PROCEDIMENTOS DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA

Este tópico tem por objetivo apresentar o Procedimento de Resposta a Emergência – PRE referente aos parques que compõem o **COMPLEXO EÓLICO FAISA**. Empreendimento que será implantado no município de Trairi, Estado do Ceará.

A Estrutura Organizacional de Resposta a Emergência – EOR contemplou a inclusão dos técnicos para cada UEE, cujas funções e cargos na empresa são explicitados através do Quadro 10.6 a seguir apresentada.

Quadro 10.6 – Relação de Pessoal da EOR

COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE

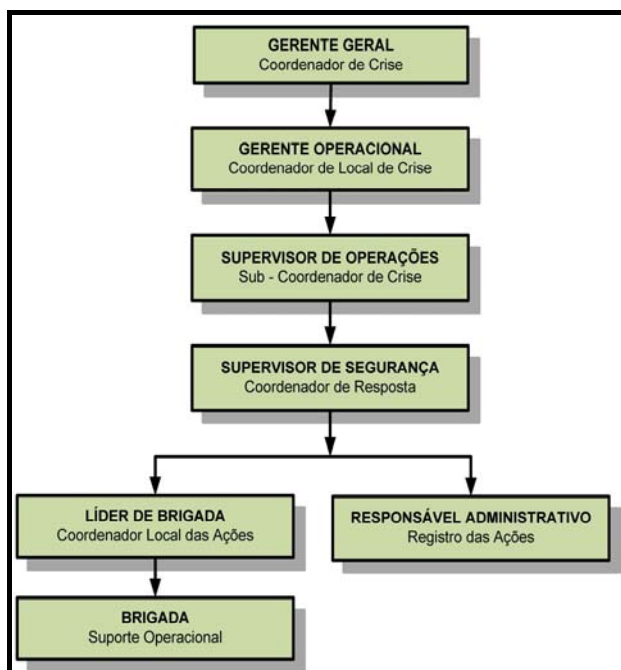
Responsável	Função	Cargo na Empresa
Gerente Geral	Coordenador de Crise	Gerente Geral
Gerente Operacional	Coordenador Local de Crise	Coordenador de SMS
Supervisor de Operação	Coordenador Substituto Local de Crise	Supervisor de Planejamento
Supervisor de Segurança	Coordenador Geral e de Resposta	Técnico de Segurança
Líder Brigada	Coordenador Local	Chefe de Operações

Fonte: PRE da UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

Caberá a cada UEE nomear os técnicos para cada uma destas funções.

O Fluxograma operacional da Estrutura Organizacional de Resposta é mostrado na Figura 10.19 a seguir.

Figura 10.19 – Fluxograma da Estrutura Organizacional de Resposta
COMPLEXO EÓLICO FAISA – TRAIRI / CE



Fonte: PRE da UEE Faixa I – AMPLA, 2010.

Foram identificados no Estudo de Análise de Risco de cada parque eólico 39 cenários acidentais cujos procedimentos de resposta contemplaram:

- Registro das ações de resposta;
- Proteção de áreas vulneráveis;
- Recolhimento de insumos, produtos e outras substâncias;
- Limpeza de áreas atingidas;
- Coleta e disposição de resíduos gerados;
- Mobilização e deslocamento de recursos humanos e materiais;
- Obtenção e atualização de informações relevantes;
- Proteção das populações;

- Proteção da Fauna e Flora;
- Interrupção das atividades envolvidas no acidente;
- Desmobilização de pessoal, equipamento e materiais empregados nas ações de resposta.

Para cada um dos procedimentos estabelecidos foram indicados os responsáveis, sua função na EOR e os procedimentos específicos que deverão seguir.

Os modelos de formulários para ações específicas, como por exemplo, comunicação com órgãos oficiais, estão contidos nos Anexos V a XI.

O Plano de Resposta a Emergência sugere:

- Que as medidas propostas sejam cumpridas e gerenciadas a fim garantir a eficiência e manutenção do plano;
- Que seja realizado um Plano de Contingência como complemento do PRE;
- Que anualmente seja realizada auditoria, visando verificar se o Plano de Respostas a Emergências se encontra implementado, onde esta auditoria deve contemplar a inclusão de *check-lists* a serem preenchidos, com: nomes, telefones e procedimentos atualizados;
- Que sejam analisados também os incidentes/acidentes identificando o número de ocorrências no período, contemplando falhas operacionais, falhas mecânicas, danos pessoais, danos ambientais e danos materiais;
- Que sejam realizados treinamentos periódicos, teórico e prático, conforme previsto;
- Que, em função da análise efetuada, seja procedida a adequação do plano.

Com a adoção das ações propostas, à ocorrência de eventos acidentais serão minimizados e os danos ambientais serão praticamente eliminados.