

II.4 – ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

II.4.1- ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

Este item tem por objetivo apresentar e analisar as alternativas de traçado do ponto de vista sócio-ambiental e apresentar a melhor alternativa locacional para o Empreendimento.

Serão ainda identificadas localizadas e descritas as principais restrições ambientais da região, apresentando as áreas com as melhores possibilidades ambientais para o traçado do gasoduto.

O traçado faz parte de uma “rede” estabelecida de dutos, o GASENE, com pontos de partida e chegada definidos por essa rede (saída da estação de Cacimbas em Linhares e chegada na estação de Catu em Pojuca). As faixas de domínio existentes foram aproveitadas a fim de diminuir os impactos ambientais pela abertura de novas faixas. O gasoduto Cacimbas-Catu vai compartilhar a faixa da E & P do km 00,00 ao km 72,00 (Linhares a São Mateus) excluindo o trecho entre o km 44 e km 51, e do poliduto ORSUB do km 570,00 até o km 821 (de Itabuna até Nazaré). Existem pontos de passagem obrigatórios, as estações de compressão e pontos de entrega já estabelecidos. A demanda de consumo maior fica no eixo estabelecido pela BR-101, onde se concentram os centros urbanos.

Para a escolha dos trechos das alternativas, foram ainda considerados os aspectos técnicos-construtivos e a minimização dos impactos sócio-ambientais. Considerando os pontos de passagem obrigatórios e o aproveitamento de faixas existentes, as alternativas propostas são para trechos localizados de traçado.

As alternativas de traçado desenvolvidas/projetadas pelo empreendedor originaram-se de trabalhos de escritório (análise de imagens de satélite, Landsat, SPOT e aerofotos) e dos inúmeros sobrevôos de helicópteros realizados na região pelas diversas equipes técnica-ambiental da PETROBRAS e da consultora, incluindo posterior verificação e readequação em campo pela equipe multidisciplinar de meio ambiente do Empreendedor, tendo como objetivo a redução dos impactos ambientais negativos, como premissas para definição das alternativas de traçado.

No desenvolvimento dos estudos das alternativas de traçado, foi adotado primeiramente o critério para a escolha da melhor alternativa, priorizando a que menos impacta o meio ambiente, seguido do critério social, econômico e técnico, até obtenção da diretriz principal de traçado, que após este estudo ambiental poderá, se necessário passar por um processo de microlocalização.

Desses estudos resultaram a diretriz principal e 4 alternativas para trechos da diretriz principal, conforme pode ser observado no Mapa de Localização da Diretriz e Alternativas de Traçado (DE-4450.74-6521-986- BOR-002) em anexo, e descritas a seguir. Salienta-se que para este estudo de alternativas considerou-se do km 00 até o final, passando pela alternativa descrita.

1. **Alternativa 1** - trecho junto a Restinga (Linhares) próximo à Fazenda Cedro (ES), com início no Km 46,618 e final no Km 53,853 da diretriz. Essa alternativa passa dentro da área de restinga e mangue que sofre influência da variação das águas através do Córrego Barra Nova nas proximidades do Km 50 da diretriz principal. O deslocamento da diretriz, neste ponto, teve como objetivo principal o afastamento do gasoduto desta área de sensibilidade ambiental. A quilometragem total do gasoduto passando por esta alternativa seria de 940,402km.
2. **Alternativa 2** - trecho próximo aos municípios de São Mateus (ES), seguindo próximo à BR-101, com início no Km 80,043 - Km 461,301 da diretriz. Essa alternativa passa a aproximadamente 2,5km do limite da floresta Estadual do Rio Preto (dentro da área de entorno 10km), na altura compreendida entre os km 80, no Córrego Grande e o km 120 da diretriz principal. Seu deslocamento nesse ponto teve como principal objetivo o afastamento da área de entorno da Unidade de conservação e de zonas com formações pioneiras localizadas na AII. Seguindo por essa alternativa nas proximidades dos kms 125 e 131 da diretriz esta alternativa passa, respectivamente, muito próximo do aglomerado populacional de Syonara e sede da Fazenda Cobraice, quando já se encontra margeando a BR-101.

A alternativa 2 cruza a diretriz principal no km 147, aproximadamente, a partir deste ponto segue margeando a esquerda da BR-101 até o Km 230, quando se afasta desta na altura de Teixeira de Freitas, retornando na seqüência a sua margem até o km 320 momento em que intercepta a diretriz principal e segue margeando-a até as proximidades do km 340, quando se afasta novamente e retoma o traçado acompanhando a Br-101 no km 355.

A partir desse ponto seu traçado segue margeando a BR-101, passando nas proximidades de Eunápolis (a Oeste) e continua neste curso em direção Norte até as proximidade do km 461 da diretriz principal.

A quilometragem total do gasoduto passando por esta alternativa seria de 924,744km.

3. **Alternativa 3** - trecho na região de Camacan (BA), com início no Km 470,257 - Km 568,522 da diretriz. Essa alternativa teve basicamente o objetivo de afastamento das áreas com presença de estratos arbóreos representativos de mata atlântica, ainda que essa preservação na maioria das áreas seja devido a forma de sombreamento de lavouras cacaeiras (sistema cacau-cabruca). Sua variação em relação a diretriz ocorre a partir do km 470,257 a leste da diretriz principal onde há presença além do relevo dobrado da expressão do dossel superior da floresta nativa, preservada pela presença do cacau. Essa alternativa intercepta a diretriz nas proximidades do km 518 quando passa a se posicionar a esquerda da

4. diretriz principal até o km 530, quando basicamente se confunde com a diretriz principal, por conta da microlocalização, seguindo o traçado até aproximadamente o km 569, quando efetivamente passa a integrar a diretriz principal.

A quilometragem total do gasoduto passando por esta alternativa seria de 936,401km.

5. **Alternativa 4** - trecho de travessia do rio Paraguaçu (BA), com início no Km 839,686 - Km 888,428 da diretriz. A transformação deste traçado em alternativa teve como objetivo fundamental o afastamento da área da Reserva Extrativista Marinha do Iguape, motivo pelo qual o traçado foi afastado para Oeste, de modo que permanecesse apenas na área de entorno da reserva, inserindo –se naquele traçado definido com diretriz principal.

A quilometragem total do gasoduto passando por esta alternativa seria de 936,965km.

6. **Diretriz principal.** Dos estudos preliminares para definição do traçado e levando-se em consideração as características ambientais de cada um deles, obteve-se essa diretriz. Esse traçado definido como diretriz principal contempla o compartilhamento de faixas existentes e o afastamento sempre que possível de áreas de floresta nativa, bem como de Unidades de Conservação e núcleos populacionais significativos, sempre no sentido de minimizar supressão de vegetação e ou interferência nas comunidades.

Após a avaliação preliminar das várias alternativas técnicas, econômicas e ambientais descritas, se determinado a possibilidade de realização dos estudos ambientais a partir desses trechos definidos, começando-se pela análise em ambiente SIG das alternativas de traçado como segue.

A quilometragem total do gasoduto passando pela diretriz principal é de 941,3km.

Com a finalidade de uniformizar os dados para o processo de análise, cada trecho alternativo foi incorporado à diretriz principal, em substituição a seu equivalente na diretriz, do que resultaram as alternativas estudadas, de 1 a 5, conforme a ordem citada acima.

Metodologia

Como base para análise foram utilizados dados em formato raster - imagens Landsat TM7, e vetoriais – bases cartográficas fornecidas pela Esteio/PETROBRAS.

As imagens LANDSAT TM7 215-069, 215-072, 215-073, 216-069, 216-070 E 216-071, adquiridas com correção geométrica para coordenadas, com datum SAD69, foram classificadas com uso da função MAXLIKE, que se baseia na máxima verossimilhança gaussiana. De acordo com os diferentes tipos de assinatura espectral das imagens, determinou-se um máximo de 10 classes de cobertura de

solo a ser usado em cada imagem. A classificação foi realizada em recortes das cenas (janelas) de modo a possibilitar a concatenação em um mosaico para obtenção de uma imagem única para todo o duto. As classes de uso/cobertura do solo utilizadas na classificação foram:

- 1- reflorestamento (áreas de cultivo de eucalipto);
- 2- mata;
- 3- oceano;
- 4- solo exposto seco;
- 5- rios e açudes;
- 6- culturas e campos;
- 7- solo exposto úmido;
- 8- áreas urbanas;
- 9- manguezais e restingas;
- 10- nuvens.

Devido à grande mistura de resposta espectral as classes rios e açudes e oceano foram reunidas em uma só. O mesmo ocorreu com solo exposto seco e área urbana, tendo sido essas duas reagrupadas em uma só classe: solo exposto seco.

Dos resultados da classificação digital de imagens individuais foi gerada uma imagem única, obtendo-se um mosaico, em que as classes de uso de solo foram reclassificadas, de modo a se obter uma imagem somente com as classes de uso favoráveis à implantação do duto.

As classes consideradas como favoráveis à implantação do duto foram: reflorestamento e solo exposto seco.

As fontes dessas informações, base cartográfica vetorial, georreferenciada em coordenadas UTM, com datum SAD69, foi fornecida pela Esteio/PETROBRAS.

Optou-se, então, por usar no processamento da análise as informações vetoriais contidas na base cartográfica para as tipologias área urbana e hidrografia, visto serem essas informações mais precisas e adequadas ao objetivo do processamento.

As informações cartográficas vetoriais foram transformadas em imagens raster e padronizadas. Da base vetorial resultaram 7 imagens:

- áreas indígenas;

- áreas de preservação (áreas de parques, unidades de conservação etc);
- áreas de núcleo da reserva da biosfera;
- áreas de amortecimento da reserva da biosfera;
- áreas de transição da reserva da biosfera;
- hidrografia;
- rodovias;
- áreas com atividades de mineração (requeridas ao DNPM);
- aglomerados urbanos.

A Análise das Alternativas de Traçado foi realizada com base na metodologia de Análise por Critérios Múltiplos, usando como ferramenta base o software IDRISI32, versão 32.11 (Clark University, 1997-2000).

Segundo Hasenack e Weber (1998), “No contexto do geoprocessamento, o processo de análise de decisão envolve vários conceitos. Uma decisão, por exemplo, pode ser definida como uma escolha entre alternativas baseada em algum critério. Um critério é alguma base mensurável e avaliável para uma decisão e pode ser um fator ou uma restrição. Um fator realça ou ameniza a aptidão de uma alternativa específica para um propósito determinado e uma restrição constitui um limite rígido para as alternativas em consideração. Uma regra de decisão é o procedimento pelo qual os critérios selecionados são combinados para uma determinada avaliação que visa um objetivo específico”.

Para a realização da análise de alternativas foi utilizada a rotina Avaliação por Critérios Múltiplos - MCE, com base na Combinação Linear Ponderada (WLC), a qual baseia-se em uma escala contínua de aptidão - de 0, menos apto a 255, mais apto (EASTMAN, 1998).

Dos dados básicos existentes, foram agrupados aqueles que possuíam aspectos que dificultam ou impedem a instalação do duto - fatores restritivos - e aqueles que possuíam características que poderiam ser classificadas em graus de “facilidade/dificuldade” de implantação - fatores de aptidão relativa.

Assim, para o processamento, todas as imagens foram padronizadas com uso de fatores *Fuzzy*, exceto aquelas consideradas como restrições, padronizadas em imagens *Booleanas* (com os *pixels* assumindo valor “0” nos locais que não podem ser usados para o Empreendimento e “1” para os locais aptos a isso).

Os fatores foram ponderados com base na legislação vigente e em estudos de impacto realizados para Empreendimentos semelhantes.

Fatores de Aptidão Relativa

Distância de Aglomerados Urbanos

Para essa imagem foi usada a classificação *Fuzzy* com uso de uma função linear monotonicamente decrescente, com mínimo de 500m e máximo de 5000m.

Considerou-se que o duto deve passar próximos aos aglomerados urbanos de forma a permitir a instalação de ramais para abastecimento desses locais no futuro. Por outro lado, a proximidade em demasia de aglomerados urbanos pode incorrer em aumento de riscos de acidentes com essas populações, do que se pressupôs uma distância mínima de 500m e máxima de 5000m para a passagem dos dutos.

Distância de Rodovias

Nesse caso foi usada uma função em forma de J, monotonicamente crescente, visto que a instalação dos dutos em faixas de domínio de rodovias não é interessante tanto em termos econômicos como de segurança, mas, por outro lado, as estradas facilitam o acesso de máquinas e equipamento para as obras, diminuindo a necessidade da construção de caminhos de serviço e se constituem em demandas de consumo

Estimou-se que as faixas de domínio tenham uma largura de 50m para cada lado e que a distância máxima do traçado às vias não deve ser maior que 500m.

Áreas de uso Agrícola

O resultado da classificação das imagens *Landsat* foi reclassificado de forma a se obter uma imagem com apenas as coberturas de solo aptas à instalação do gasoduto. As classes consideradas aptas foram: reflorestamento, cultivos/campos e a mistura entre solo exposto e áreas urbanas. Dessas classes, considerou-se como mais aptas à instalação do duto aquelas ocupadas por cultivos/campos, seguida da mistura solo exposto, que inclui muitas áreas de reflorestamentos recém-plantados e por último, as áreas cujo valor de indenização é o mais alto – reflorestamentos de eucaliptos em fase adulta. Para ser utilizada na análise, a imagem foi novamente reclassificada, dando-se um valor para cada classe de uso, conforme seu grau de aptidão: cultivos/campos recebeu o valor 255, a mistura solo exposto/área

urbana (para precisão dessas áreas uma vez que têm valor diferenciado utilizou-se o vetorial como explicado anteriormente) e reflorestamentos jovens recebeu um valor intermediário, 125 e as áreas de reflorestamento, as menos aptas, receberam o valor mais baixo, 75.

Distância de Áreas Núcleo da Reserva da Biosfera

Outro fator importante a ser considerado na análise é a distância das áreas Núcleo da Reserva da Biosfera. Considerou-se que quanto mais distantes dessas áreas, maior a aptidão para a instalação do duto, até um limite de 5000m, quando a aptidão adquire um caráter constante. Foi então utilizada uma classificação *Fuzzy*, pela função sigmoideal crescente, de 0 a 5000m.

Fatores Restritivos

As imagens que contém informações sobre aspectos restritivos à instalação do duto foram transformadas em Imagens *Booleanas*, usadas no final do processo como máscara para o resultado da MCE com os fatores de aptidão.

1. áreas de proteção (Unidades de Conservação, Parques, APAS);
2. áreas indígenas;
3. distância dos cursos d'água;
4. áreas de atividades de mineração (requeridas no DNPM).

Embora a legislação, Código Florestal (Lei nº4771/1965, alterado pela Medida Provisória 2166-7, de 24/08/01), defina a faixa a ser considerada como Área de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água, conforme sua largura, optou-se por estabelecer uma faixa de largura única (150m) para todas as drenagens mapeadas, de modo a incluir a maior parte das matas ciliares existentes.

A Análise por Múltiplos Critérios por Combinação Ponderada pressupõe que cada tema a ser utilizado tenha um “peso” em relação aos outros. No IDRISI, isso é feito multiplicando-se cada fator pelo seu peso correspondente e, após, somando-se todos os fatores correspondentes.

A imagem resultante do MCE possui 256 classes (imagem byte/binary). A fim de melhor representar o resultado, essas 255 (excluída zero) classes foram reclassificadas para um total de 10 classes, da seguinte forma:

0	0
1	1-30

2	30-60
3	60-90
4	90-120
5	120-150
6	150-180
7	180-210
8	210-240
9	240-255

Nessa reclassificação, o valor 0 corresponde a áreas inaptas, com o grau de aptidão aumentando até a classe 9.

Para eliminar as áreas inaptas, utilizam-se os fatores de restrição, imagens *Booleanas* citadas anteriormente, em uma nova multiplicação.

Então, cada traçado individualmente, foi cruzado com alguns fatores restritivos, um a um, a fim de comparar as áreas atingidas correspondentes a cada fator analisado. Os cruzamentos foram realizados com:

1. áreas indígenas;
2. áreas de Proteção;
3. áreas Núcleo;
4. áreas Requeridas ao DNPM.

Todas imagens utilizadas têm resolução de 90m, do que resultou a análise de cada traçado em uma faixa com essa mesma largura.

Foram então calculadas as áreas, em hectares, em cada uma das 9 classes de restrição, para cada uma das alternativas.

Resultados

A tabela e o gráfico abaixo apresentam a área de cada classe de aptidão para as 5 alternativas avaliadas, incluindo o somatório das áreas onde ocorrem os fatores restritivos.

Tabela 4.1- Área atingida (ha), por alternativa, em cada uma das classes de aptidão

Classe de restrição*	alternativa 1	alternativa 2	alternativa 3	alternativa 4	diretriz
áreas de uso restrito	6797.16	6814.98	6806.07	6745.32	6802.83
1	46.98	51.03	44.55	50.22	46.98
2	93.97	93.16	94.78	96.40	93.97
3	156.34	142.57	155.53	155.53	156.34
4	86.68	78.58	81.82	85.87	86.68
5	278.66	268.94	269.75	272.99	277.85
6	135.28	114.22	134.47	141.76	135.28
7	199.27	179.02	184.69	202.51	199.27
8	108.55	94.78	107.74	107.74	107.74
9	40.50	34.83	41.31	41.31	40.50
total áreas aptas**	1146.23	1057.12	1114.63	1154.33	1144.61
total área avaliada***	7943.39	7872.10	7920.71	7899.65	7947.44

*aptidão aumenta de 1 a 9.

**somatório das áreas aptas

***área avaliada para a alternativa (faixa de 90m x extensão do traçado)

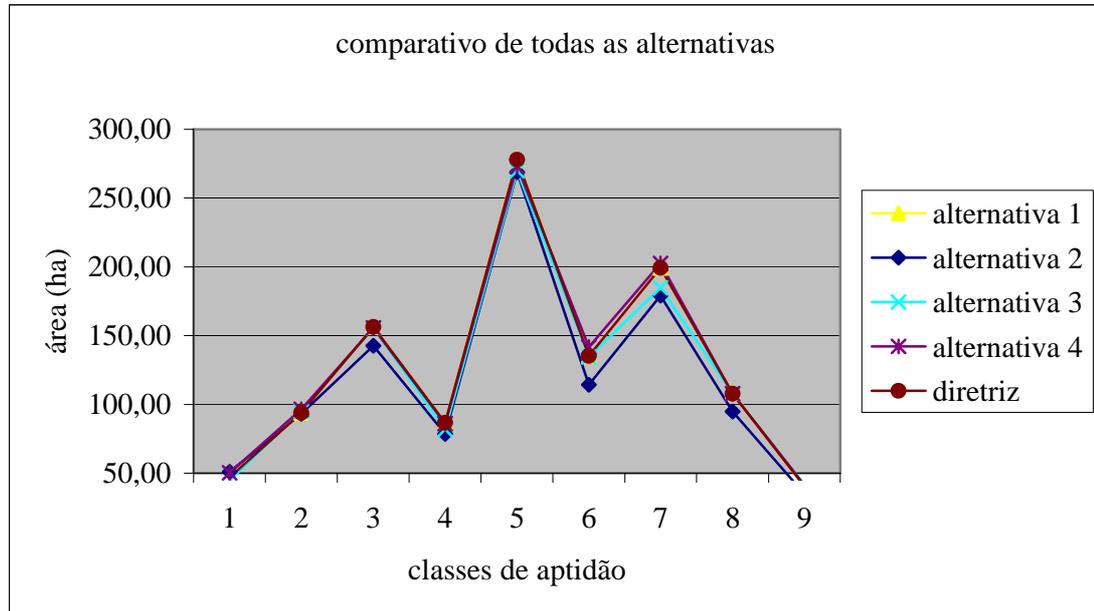


Figura 4.1- Comparativo entre as alternativas

Analisando-se os resultados dessa etapa de avaliação, pode-se concluir que não há diferença significativa entre os traçados analisados, denotando por esses critérios de aptidão a possibilidade de qualquer uma das alternativas propostas.

A fim de se obter mais parâmetros para a seleção, foram comparadas as áreas onde ocorrem os fatores restritivos, dando-lhes peso maior, como as Unidades de Conservação e suas áreas de entorno, áreas indígenas, cursos de água e títulos minerários, por serem áreas protegidas (UC's) ou que têm interferência direta no Empreendimento (títulos minerários). Foram realizados cruzamentos das imagens dos traçados individuais com cada um dos fatores restritivos. Também foram realizados cruzamentos com fatores não utilizados na avaliação MCE, áreas de amortecimento e áreas de transição da reserva da biosfera.

Do resultado obtido, pode-se observar que os traçados avaliados passam por várias áreas inaptas, principalmente aquelas requeridas ao DNPM e cursos d'água (hidrografia).

Tabela 4.2-Área atingida (ha), por alternativa, em cada uma das classes de aptidão

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Diretriz
áreas requeridas ao DNPM	891.87	1025.53	861.09	870.00	881.34
áreas protegidas*	0.00	0.00	0.00	4.86	0.00
áreas indígenas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
áreas de amortecimento**	2567.87	2943.74	2443.93	2567.87	2557.34
áreas de transição**	3228.06	2622.95	3306.64	3202.14	3228.06
áreas núcleo**	40.50	40.50	40.50	0.00	40.50
hidrografia	2173.37	2243.04	2098.04	2175.80	2179.04

*Unidades de Conservação (Parques, reservas florestais, APA's, Reserva Extrativista, etc).

**fonte: Mapeamento da Reserva da Biosfera

As áreas de transição e de amortecimento da Reserva da Biosfera não foram utilizadas na análise anterior como fatores restritivos.

Pela legislação que as institui, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, “nas áreas de amortecimento podem ser admitidas atividades que não resultem em dano às áreas-núcleo” e, nas áreas de transição, “o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis”. Assim sendo, poderiam ser consideradas como áreas com um grau de aptidão à instalação. Optou-se por não utilizá-las na rotina MCE pela dificuldade de atribuição de pesos a essa informação, visto não haver uma definição espacial da presença de fragmentos de mata ou ecossistemas associados presentes em cada uma das classes, o que tornaria necessário considerar a área como um todo como ocupada por eles, do que resultaria uma tendência errônea de avaliação desses locais para uma menor aptidão à instalação do Empreendimento.

Observa-se, analisando as alternativas em relação à diretriz, na tabela 4.2, que a alternativa 1, mesmo sendo mais curta, atinge mais áreas requeridas ao DNPM. Vale lembrar aqui, que nesse trecho, a diretriz situa-se na faixa de domínio de um duto existente, o que minimiza os impactos ambientais da instalação da obra, pela possibilidade de menor supressão de vegetação e o afastamento da área de mangue junto ao Córrego Barra Nova.

Nota-se a diferença entre as áreas de faixa de proteção de cursos d'água e áreas de mineração, maiores na Alternativa 2 que na diretriz, junte-se a essas características o afastamento da área de entorno da Floresta Estadual do Rio Preto e da BR-101, que pode ser vantajoso pela acessibilidade, mas que aumenta os riscos pelo aumento de circulação e proximidade com centros urbanos.

A alternativa 3 – Camacan, passa por uma área menor de zonas de Transição da Reserva da Biosfera que a diretriz principal, no entanto, como pode ser verificado em campo, esse traçado passa por áreas com topografia mais dobrada e com muitas manchas de vegetação nativa (ver fotos 4.1 e 4.2). Nesse trecho do traçado, a diretriz acompanha o fundo do vale, passando próxima a estradas vicinais e em zonas mais alteradas pelo uso antrópico (fotos 4.3 e 4.4), diminuindo o impacto sobre os remanescentes florestais.

A alternativa 4 atinge Unidades de Conservação (Reserva Extrativista Marinha do Iguape), o que foi considerado como fator determinante para escolha da diretriz nesse trecho, pois esta corta na área de entorno e não na área de proteção.

Em suma, a diretriz principal, considerando-se os fatores restritivos em cada uma das alternativas, foi eleita a melhor alternativa para o traçado do gasoduto.



Foto 4.1- Paisagem típica do trecho Alternativa 3. Foto BOURSCHEID



Foto 4.2- Paisagem típica do trecho Alternativa 3. Foto BOURSCHEID



Foto 4.3- Trecho da diretriz na região de Camancan. Foto BOURSCHEID



Foto 4.4- Trecho da diretriz na região de Camacã. Foto BOURSCHEID