



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Gestão Ambiental no projeto da rodovia Nova Imigrantes na Serra do Mar: Estudo de caso

Denise Alves Fungaro^a, Luiz Martins^b e Aluizio Fontana Margarido^c

a. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP), Centro de Química e Meio Ambiente. Av. Professor Lineu Prates, 2242, São Paulo-SP, Brasil, CEP 05508-000, e-mail:dfungaro@ipen.br

b. Universidade do Grande ABC, Av. Industrial, 3330, Santo André-SP, Brasil, CEP09080-511, e-mail: lmartins @uniabc.br

c. Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projetos S/A, Av. Fagundes Filho, 141, 9º andar, São Paulo-SP, Brasil, CEP 04304-010, e-mail:afm@ffcep.com.br

Resumo

O Sistema de Gestão Ambiental considera as restrições impostas ao projeto, ao produto ou ao serviço, por órgãos ambientais, como desafios para a inovação e a criação de soluções, que vão propiciar um desenvolvimento sustentável. Essa é a filosofia ecológica que se encontra no projeto e na construção da Nova Imigrantes, onde os especialistas através de uma metodologia científica resolveram uma equação complexa, envolvendo o aspecto ambiental versus o impacto ambiental, cuja solução produz o desenvolvimento sustentável. A implementação do Sistema de Gestão Ambiental no projeto, trouxe o comprometimento em favor de dois pilares da gestão: a prevenção ao impacto ambiental e a melhoria contínua do projeto. Pode-se dizer, que o projeto cumpriu o objetivo de satisfazer os interesses sócio-econômico da população de São Paulo, além de produzir vantagens, tais como: vantagem ambiental, através da produção de uma obra limpa ambientalmente, com a redução da intervenção na área florestal; vantagem técnica, ao adentrar no maciço rochoso, reduziu o percurso da rodovia com mais qualidade; vantagem institucional, ao proporcionar uma ótima imagem institucional junto ao público e aos órgãos governamentais.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Nova Imigrantes, Desenvolvimento Sustentável, Impacto Ambiental.

1 Introdução

A consciência para se preservar os recursos naturais emergiu na sociedade, alertada por cientistas e ambientalistas, com a valorização da qualidade de vida e a percepção de que está em jogo a própria sobrevivência do homem. No início da década de 80, a ONU – Organização das Nações Unidas retomou o debate das questões ambientais, quando foi indicada pela entidade a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

São Paulo – Brazil – May 20th-22nd - 2009



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Brundtland como Chefe da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em 1987, a Comissão elaborou um documento denominado "Nosso Futuro Comum", nesse relatório foi elaborada uma das definições mais difundidas do conceito desenvolvimento sustentável: "o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades". Este documento chamou a atenção do mundo sobre a necessidade urgente de encontrar formas de desenvolvimento econômico que se sustentassem, sem a redução dramática dos recursos naturais nem com danos ao meio ambiente. As ações desenvolvimentistas no Brasil foram aos poucos incorporando uma perspectiva ambientalista e foram introduzidos efetivamente em nosso meio em 1986, a partir da Resolução CONAMA nº 01/86. Esta resolução estabeleceu as diretrizes gerais para a apresentação do EIA- Estudo de Impacto Ambiental e respectivo RIMA- Relatório de Impacto Ambiental.

No Brasil, até a década de 90, a ecologia era encarada como atividade secundária por grande número de empresários e dirigentes públicos que se mostravam admirados com as exigências crescentes impostas por organismos financeiros para conceder recursos destinados a projetos de grande porte, como é o caso, a construção de uma rodovia (BELLIA).

2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é analisar, sob a luz do conceito de desenvolvimento sustentável, o projeto da Nova Imigrantes realizado pelo Consórcio Ecoenge (Figueiredo Ferraz e IN. Co Spa e Geodata Spa, essas duas últimas empresas italianas). A Concessionária Ecovias dos Imigrantes S/A ao firmar contrato com o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo tinha por encargo, ampliar, operar e administrar o SAI- Sistema Anchieta-Imigrantes.

3 Materiais e Métodos

3.1 Caracterização do empreendimento

A ECOVIAS contratou o Consórcio Ecoenge, liderado pela projetista Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto Ltda e para a construção, o Consórcio Imigrantes, liderado pela construtora C.R. Almeida Engenharia de Obras, com objetivo de realizarem



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

a sua filosofia ecológica no projeto e na construção da rodovia, ao adequarem às exigências da legislação ambiental EIA (1988) e ousarem suplantá-las.

A importância do SAI com 176,8 km de extensão, deve-se ao fato, desse sistema conter as artérias que ligam a RMSP- Região Metropolitana de São Paulo ao Porto de Santos. A RMSP com 19,6 milhões de habitantes e um PIB – Produto Interno Bruto de US\$ 102,8 bilhões de dólares (IBGE), é respectivamente, a maior concentração urbana e o maior pólo econômico da América Latina.

A rodovia Nova Imigrantes, tem no ambiente técnico a denominação de ID – Imigrantes Descida. A ID no total tem 22.069 metros, quando excluído os percursos do Planalto e Baixada Santista, o trecho da serra tem 11.515 metros, medidos entre a posição do km 45 mais 957 metros até o pé da Serra do Mar, no km 57 mais 457 metros. (ECOVIAS)

3.2 Principais atividades impactantes relacionadas à construção da rodovia

O projeto básico da ID é o TTC– Transito, Transporte e Comunicações apresentado pela DERSA em 1988, o qual obteve a LP em 1989, esse projeto nasceu restrito ao trecho da serra, contendo 5 túneis com 5.570 metros de extensão, 11 viadutos com 4.920 metros de extensão e trechos construídos por terraplanagem com extensão de 3.850 metros, sabe-se que os de mais percursos, do Planalto e da Baixada Santista já tinha sido construído, quando da construção da pista ascendente. A construção da pista ascendente, no final da década de 60, apresentou um portentoso impacto ambiental de 1.600 ha (ECOVIAS) num meio ambiente muito sensível que é a Serra do Mar. A Serra do Mar é considerada pela UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura como sendo a reserva da biosfera da Mata Atlântica, o cinturão verde de São Paulo, com área de Proteção de Mananciais da RMSP e áreas de manguezais, no Litoral. A Mata Atlântica tem a sua biodiversidade protegida pelo Decreto Estadual 10.251 de 1977, que criou o PESH- Parque Estadual da Serra do Mar abrangendo 315.390 hectares, de Ubatuba até Peruíbe. Essa riqueza natural exigiu da projetista e da construtora que o projeto ID assegurasse o cumprimento da conformidade da política ambiental e que se estabelecessem os objetivos e metas de melhoria contínua no projeto. Os parâmetros qualitativos de impactos ambientais apresentado pelo EIA, estão na Tabela 1, relativo ao meio biofísico enquanto o programa de monitoramento relativos à qualidade da água e aos aspectos geológicos do maciço da serra, estão na Tabela 2, e foram incorporados pelo projeto ID.



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Tabela 1- Parâmetros Qualitativos de Impactos Ambientais

Meio biofísico
1 - estabilidade de encostas em cortes
2 - instabilidade de massas de tálus
3 - problemas de escavação dos túneis
4 - erodibilidade
5 - poluição atmosférica
6 - poluição sonora
7 - poluição do ar no interior dos túneis
8 - barreiras ao deslocamento de espécies moveis
9 - quebra de continuidade dos substratos aquáticos e ruptura dos fluxos de alimentos e água salgada
10 - desmatamentos
11 - danos sobre a qualidade das nascentes, córregos e rios
12 - áreas de bota-fora

Fonte:TTC(1988) apud Gallardo

Tabela 2- Medidas Mitigadoras e de Monitoramento

Na construção
1 - redução de interferência na circulação do Sistema Anchieta - Imigrantes
2 - aproveitamento da infra-estrutura existente
3 - áreas de empréstimo e bota-foras de materiais
4 - proteção de encostas
5 - restrição de desmatamentos;
6 - recomposição da vegetação e reposição do solo orgânico
7 - conservação da qualidade das águas, monitoramento de: pH, cor e turbidez
8 - desativação dos canteiros

Fonte:TTC(1988) apud Gallardo

3.3 Avaliação dos impactos ambientais da rodovia

A ECOENGE, além de atender as diretrizes da EIA, nas recomendações da LP - Licença Prévia e do PBA- Plano Básico Ambiental, deu um passo à frente, ao implementar no

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

São Paulo - Brazil - May 20th-22nd - 2009



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

projeto o SGA-Sistema de Gestão Ambiental, com intuito de padronizar e sistematizar sua gestão através da Política Ambiental preconizada pela norma NBR – ISO 14.001.

O SGA tem caráter voluntário, seu objetivo é realizar: projetos, produtos ou serviços de interesse econômico-financeiro, mas que sejam ecologicamente corretos. A ação do SGA no projeto ID produziu benefícios e vantagens, sendo essa ação definida no PGA-Programa de Gestão Ambiental. O PGA define: objetivos e metas ambientais, através da análise dos aspectos ambientais e da determinação dos impactos ambientais mais significativos, os quais vão definir: o controle e a monitoração.

Muito embora, a norma NBR ISO 14.001 não estabeleça uma metodologia específica para a identificação e avaliação de aspectos ambientais e impactos ambientais, cabe ao empreendedor (projetista e/ou construtora) desenvolver essa metodologia de modo a ser: sistemática, reproduzível e defensável cientificamente.

A projetista Figueiredo Ferraz, que havia realizado a Concepção do Projeto Original, no final da década de 60, retornou como responsável do Projeto Executivo em 1999. A experiência adquirida nesse intervalo de tempo permitiu que a projetista identificasse e avaliasse as ações, que na construção da pista ascendente provocaram os maiores impactos ambientais.

Segundo a projetista, os efeitos mais impactantes foram:

- 1-instabilidade nas encosta, que exigiram um grande número de cortinas atirantadas
- 2-grandes intervenções em áreas da encosta, devido à construção dos emboques dos túneis ;
- 3-escavações de túneis em posições da serra que apresentava péssimas características geo-mecânicas e uma forte ação crítica provocada pela percolação d'água, exigindo túneis de drenagem;
- 4-o escorregamento de talude, provocado pelo lançamento de material (bota-fora) moro a baixo, a jusante.

4 Resultados e Discussão

4.1 Declividade do greide da pista no Projeto ID

Uma análise das alternativas de declividade do greide da pista da Nova Imigrantes encontra-se na Tabela 3.



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Tabela 3 -Análise das Alternativas do Greide

Alternativa	Declividade (%)	Pista (m) (*)	Descida (m)
A ₀ : Projeto ID	6	10.835	d ₀ = 648,93
A ₁	5	10.835	d ₁ = 541,10
A ₂	4	10.835	d ₂ = 433,05

* trecho da serra: túnel descida (TD) e viaduto descida (VD) Fonte: Figueiredo Ferraz

O estudo das alternativas A₁ e A₂ (Tabela 3) mostra em relação ao projeto ID que desce 648,93 m, que: na alternativa A₁, há necessidade de acrescentar uma descida de 107,83 m, isto é: é necessário construir mais 2.159 metros de pista, contendo túneis e viadutos, na alternativa A₂, a situação é mais drástica, são necessários 5.401 metros de pista. Portanto, a declividade dada ao greide, conjuntamente ao controle da velocidade em 80 Km/h no trecho da descida, passa a ser a solução que provoca menor impacto ambiental em relação às alternativas A₁ e A₂, desse modo, a solução do projeto ID é a correta.

4.2 Aprimoramento do Projeto ID

O projeto da pista descendente se desenvolveu em quatro eventos com variações nos elementos construtivos, tais como: túneis, viadutos, pontilhões, galeria e trechos da pista produzidos por corte e aterro (Tabela 4).



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Tabela 4: Evolução Técnica do Projeto

Evento	Dados Técnicos	Tipologias Estruturais dos Viadutos
E ₁ : Projeto Original	11 túneis 18 viadutos	Vigas pré-moldadas com vãos de 45 m.
E ₂ : EIA de 1988	05 túneis 11 viadutos	Vigas pré-moldadas com vãos de 45 m.
E ₃ : LI de 1999	04 túneis 07 viadutos	Método dos balanços sucessivos moldados in loco.
E ₄ : Projeto Executivo	03 túneis 06 viadutos	Idem, E ₃ com vãos de 30 até 90m e com pilares de lâmina dupla com altura de 13 até 58 m.

Fonte: Gallardo (2004)

Os projetos ID para os eventos E₃ e E₄ nasceram sobre as seguintes diretrizes:

- 1- promover a transferência do eixo da rodovia para o montante, em relação à pista ascendente, isto é, para a parte interna do maciço com melhores características geomecânicas, o que permitiu transpor a serra com túneis com maior extensão (TD1 é o maior túnel rodoviário do Brasil com 3.146 metros);
- 2- dar aproveitamento ao material rochoso, em: muro de gabião e brita para concretagem, reduzindo o bota fora e os custos;
- 3- desenvolver novas tipologias construtivas para os viadutos, favorecendo a industrialização in loco;
- 4- aplicar severo controle nas águas superficiais e subterrâneas, com proteção das nascentes e tratamento das águas de serviço;
- 5- projetar ID com o melhor aproveitamento dos 21 km de estrada de serviço.



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

4.3 Impactos ambientais e suas respectivas ações de mitigação

Os resultados são fruto da ação do SGA, através do PGA, que identificou os aspectos ambientais (causas) e dimensionou o impacto ambiental (efeito) pelos critérios: magnitude, reversibilidade, probabilidade (ocorrência), frequência (duração) e abrangência espacial.

O PGA desenvolveu métodos e processos para a mitigação dos efeitos ao meio ambiente, segundo Tabela 5, por ações de prevenção e redução das causas.

Tabela 5-Análise e Ação do PGA

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Mitigação
escavação e construção de túnel	pó de pedra; calda de cimento; água com sedimento	construção de ETA- Estação de Tratamento de Água
emboque	instabilidade na encosta	cortina atirantada
central de britagem	particulado na água	bacia de retenção de sedimentos
central de concreto	contaminação da água	Lavagem das betoneiras em circuito fechado
bota-fora	contaminação da água	bacia de contenção
construção de viaduto	desmatamento e instabilidade de massa de tálus	Redução do número de pilares e recomposição do solo orgânico e da vegetação

Fonte: TCC(1988) apud Gallardo

4.4 Vantagens ambientais

A implementação do gerenciamento com práticas de desenvolvimento sustentável no Projeto ID resultou na criação e utilização de métodos e processos que deram ao projeto as seguintes vantagens ambientais:



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

- 1- Redução na intervenção na área florestal, de 600.000 m² no E₂ para 51.446 m² no E₄, devido a redução de: emboques de 22 para 6 e de pilares de 63 para 18;
- 2- um menor impacto na flora e fauna como consequência de: aumento do trecho em túnel, com a redução em trecho viaduto e por terraplanagem;
- 3- redução do risco ambiental: em vez de se utilizar bacias de retenção para a água com sedimentos proveniente da construção dos túneis foram construídas 4 ETA's- Estação de Tratamento de Água, com capacidade de processar 700.000 litros/hora, as quais retiveram 25.143 m³ de sedimentos, evitando-se assim o assoreamento dos rios Pilões e Cubatão.

4.5 Vantagens técnicas

O Projeto ID com práticas de desenvolvimento sustentável apresentou as seguintes vantagens técnicas:

- 1- a construção dos túneis por NATM - New Austrian Tunneling Method, que consiste em escavar e perfurar o maciço por segmentos de 0,60 até 0,80 m/dia, a seguir instalam-se as combotas metálicas, após o jateamento de concreto nas paredes do túnel, enquanto no exterior o talude que envolve o emboque é estabilizado por cortinas atirantadas;
- 2- o aproveitamento de 1.200 mil m³ de rocha da escavação em brita para concreto, usada em: muro de gabião e pavimentação da pista;
- 3- o desenvolvimento de 12 tipologias estruturais em: treliça, estrutura empurrada e balanço sucessivo, como método construtivo de viadutos.

4.6 Vantagens institucionais

O Projeto ID com práticas de desenvolvimento sustentável apresentou as seguintes vantagens institucionais:

- 1- produziu ótima imagem institucional junto ao público e órgãos governamentais;
- 2- reduziu o custo da obra ao descer 649m de serra no menor percurso, tornando viável economicamente construir o maior trecho, 8.239m em túnel e 2.596m em viaduto;



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

3- favoreceu a ECOVIAS na obtenção de recursos financeiros no valor de U\$ 300 milhões de dólares, sendo 80% desse valor através do BID- Banco Interamericano de Desenvolvimento e BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, o complemento dos fundos pelos Bancos Italianos: Mediocredito Centrale e Banca Nazionale del Lavoro.

5 Conclusão

A eficácia de aplicação do SGA no projeto ID no trecho da serra pode ser medida, pela redução do impacto ambiental na floresta, da previsão de 600.000 m² pelo EIA (1988) e do resultado obtido de 51.446 m² no Projeto Executivo (1999), revelou-se uma eficiência de 91,46 %.

Este resultado é fruto das decisões: projetar o greide com forte declividade e adentrar o eixo da rodovia no maciço da serra. Como consequência, encurtou-se a rodovia e ao priorizar a construção de túnel em relação ao viaduto, este fato trouxe consigo o benefício de menor impacto ambiental. Muito embora, a obra seja a jóia da coroa das rodovias brasileiras, é o artesão, o Mestre, que através da Figueiredo Ferraz passou aos jovens o legado, de que o aprendizado é um aperfeiçoamento contínuo, como pode ser visto na evolução dos seus projetos: Anchieta, Imigrantes e Nova Imigrantes.

6 Referências

- BELLIA,V. (Coord). Rodovias, recursos naturais e meio ambiente. Niteroi: EDUFF, Rio de Janeiro:DNER,1992.
- DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte. Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais: escopo básico/instruções de serviço. Rio de Janeiro, 2006.
- ECOVIAS. Concessionária Ecovias dos Imigrantes S/A. <http://www.ecovias.com.br> acessado em Outubro/2008.
- GALLARDO, A.L.C.F. ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO DA PISTA DESCENDENTE DA RODOVIA IMIGRANTES. São Paulo:Tese de Doutorado: Escola Politécnica da USP, 2004.
- SCHENINI, P.C.,COSTA,A.M.,SCHMITZ,T.R. Gestão ambiental no setor rodoviário. In: VIII SEMEAD – Seminários em Administração, 2005. São Paulo. Anais do VIII SEMEAD. São Paulo: FEA-USP, 2005.