

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E SEU RESPECTIVO RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) PARA A IMPLANTAÇÃO DE USINA TERMOELÉTRICA A CARVÃO, LOCALIZADA MUNICIPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA, SOB A RESPONSABILIDADE DE UTE PORTO DO AÇU ENERGIA S.A.**

**ESTUDO DE TRÁFEGO**

**RELATÓRIO PRELIMINAR**

## **ÍNDICE**

### **1. INTRODUÇÃO**

### **2. REDE RODOVIÁRIA SELECIONADA**

### **3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA REDE RODOVIÁRIA SELECIONADA - SITUAÇÃO ATUAL E MELHORAMENTOS PREVISTOS**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DAS VIAS SELECIONADAS**

#### **3.2 TRAÇADO ADOTADO**

### **4. ESTUDOS DE TRÁFEGO**

#### **4.1. CONTAGENS DE TRÁFEGO E ANÁLISE DOS DADOS DISPONÍVEIS**

##### **4.1.1 Introdução**

##### **4.1.2. Croquis de Localização**

##### **4.1.3 Cálculo dos Fatores Sazonais de Correção**

##### **4.1.3.1 Estatísticas de Tráfego Disponíveis**

#### **4.2. TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO NA REDE RODOVIÁRIA ANALISADA**

##### **4.2.1 Volume Diário Médio Anual – VDMA nos Trechos Rodoviários**

#### **4.3 Análise de Capacidade e dos Níveis de Serviço**

##### **4.3.1 Cálculo da Capacidade – Evolução do Tráfego SEM Fluxo das Obras**

##### **4.3.2. Cálculo da Capacidade – Evolução do Tráfego COM Fluxo das Obras**

##### **4.3.2.1. Fluxos Gerados no Período de Construção e Operação do Porto**

##### **4.3.2.2. Fluxos Gerados no Período de Construção e Operação da UTE**

##### **4.3.2.3. Cálculo da Capacidade e Níveis de Serviço**

### **5.2 PROJETOS**

#### **5.2.1 Projeto Geométrico**

#### **5.2.2 Projeto de Terraplenagem – Trecho BR 356 ao Porto/UTE**

#### **5.2.3 Projeto de Drenagem**

#### **5.2.4 Projeto de Pavimentação**

#### **5.2.4 Projeto de Sinalização**

### **5.3 MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS**

## **6. PONTE DE ACESSO À UTE DE PORTO DO AÇU**

### **6.1 CARACTERÍSTICAS DA VIA - TRÁFEGO**

### **6.2 CONDICIONANTES DE NATUREZA GEOTÉCNICA**

### **6.3 CONDICIONANTES DE NATUREZA AMBIENTAL**

### **6.4 PROJETO GEOMÉTRICO**

### **6.5 PONTE SOBRE A LAGOA DE IQUIPARI**

## **TABELAS**

### **Tabela 3.1 - Rede Seleccionada**

### **Tabela 3.2 - Interseções**

### **Tabela 4.1 - Fatores de Variação Mensal – Fm (Rodovia BR-101, ano 2001)**

### **Tabela 4.2 - Fatores de Variação Diária – Fd (Rodovia BR-101, ano 2001)**

### **Tabela 4.3 - Fatores de Variação Horária – Fh (Rodovia BR-101, ano 2001)**

### **Tabela 4.4 – Classificação dos veículos**

### **Tabela 4.5 – RJ 238 - Volume Médio Diário - 2007**

### **Tabela 4.6 – RJ 216 - Volume Médio Diário - 2007**

### **Tabela 4.7 – Av. Pres. Kennedy - Volume Médio Diário - 2007**

### **Tabela 4.8 – BR 356 - Volume Médio Diário - 2007**

### **Tabela 4.9 – RJ 240 - Volume Médio Diário - 2007**

### **Tabela 4.10 – Características Físicas e Operacionais para Análise de Capacidade**

### **Tabela 4.11 – Fatores considerados - RJ 238**

### **Tabela 4.12 – Fatores considerados - RJ 216**

**Tabela 4.13 – Fatores considerados - Av. Pres. Kennedy**

**Tabela 4.14 – Fatores considerados - BR 356**

**Tabela 4.15 – Fatores considerados – RJ 240**

**Tabela 4.16 – Valores calculados de fhv**

**Tabela 4.17 - Valores calculados de SFi**

**Tabela 4.18 – Níveis de Serviço para os trechos considerados, período de 20 anos**

**Tabela 4.19 - Estimativa da mão-de-obra – UTE**

**Tabela 4.20 – Estimativa dos Fluxos de Caminhões – Fase de Construção**

**Tabela 4.21 – Estimativa dos Fluxos de Automóveis e Ônibus – Fase de Construção e Operação**

**Tabela 4.22 – Fluxos para Avaliar os Níveis de Serviço para os Trechos Considerados**

**Tabela 4.23 - Valores calculados de SFi - 2010**

**Tabela 4.24 – Níveis de Serviço -2010**

**Tabela 4.25 - Valores calculados de SFi - 2012**

**Tabela 4.26 – Níveis de Serviço - 2012**

**Tabela 5.1 – Pavimento nas Interseções**

## **FIGURAS**

**Figura 4.1 – Localização dos Postos de Contagem**

**Figura 4.2 – Posto 1 de Contagem Manual**

**Figura 4.3 – Posto 1A de Contagem Manual**

**Figura 4.4 – Posto 2 de Contagem Manual**

**Figura 4.5 – Posto 3 de Contagem Manual**

**Figura 4.6 – Posto 4 de Contagem Manual**

**Figura 4.7 – Posto 5 de Contagem Manual**

**Figura 4.8 – Interseção 1**

**Figura 4.9 – Interseção 1 A**

**Figura 4.10 – Interseção 2**

**Figura 4.11 – Interseção 3**

**Figura 4.12 – Interseção 4**

**Figura 4.13 – Interseção 5**

# 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem o propósito de analisar os impactos que a construção da UTE Porto do Açu causará no sistema rodoviário da região de Campos, em atendimento à Instrução Técnica DECON nº 03/2008 - INSTRUÇÃO TÉCNICA PARA ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E SEU RESPECTIVO RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) PARA A IMPLANTAÇÃO DE USINA TERMOELÉTRICA A CARVÃO, LOCALIZADA MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA, SOB A RESPONSABILIDADE DE UTE PORTO DO AÇU ENERGIA S.A.

A análise abrangerá estudo de tráfego visando à determinação da capacidade das vias em absorver a frota adicionada pela implantação e operação do empreendimento, a viabilidade de trafegabilidade das viaturas pelas vias existentes e os impactos gerados sobre o trânsito e sobre a qualidade do ar.

Serão descritas as propostas de melhoria das vias de acesso e das projetadas para atender a eventuais pontos críticos do sistema rodoviário analisado, decorrentes do aumento dos fluxos previsto

Além disso, serão feitas considerações sobre traçados, equipamentos e técnicas construtivas para o novo sistema viário previsto.

As análises aqui efetuadas foram baseadas em dois estudos:

- Estudos de tráfego realizados pela NATRONTEC – Estudos e Engenharia de Processos Ltda para a MMX Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em junho de 2007, em atendimento a questionamentos feitos pelo Ministério Público do Rio de Janeiro, relativos a aspectos de transporte e tráfego no licenciamento ambiental do Complexo Industrial e Portuário de Açu, Fase I.
- Relatório do Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

Para os estudos de tráfego mencionado foram realizadas pesquisas de tráfego nos trechos da rede rodoviária selecionada que suportará o fluxo de veículos gerado pela construção do porto.

Essa mesma rede foi também considerada para o presente estudo, já que o local de implantação da UTE de Porto do Açu é contíguo ao porto.

A partir das pesquisas foram estimados os volumes de tráfego para o ano de 2007 na rede selecionada. Os volumes foram projetados para o período de análise (20 anos, conforme adotado pelo Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT). A esse tráfego foram acrescidos os fluxos gerados pela construção e operação do Porto do Açú e da UTE,

Em função das características da rede selecionada e do tráfego projetado foram calculadas as capacidades e níveis de serviço futuros para os diversos trechos.

O impacto dos fluxos a serem gerados pela UTE e pelo Porto do Açú foi estimado tanto na rede atual quanto futura (que incorpora as melhorias previstas no estudo do Projeto Básico anteriormente citado), verificando-se as capacidades e níveis de serviço resultantes para cada trecho da rede selecionada no atendimento dos fluxos projetados.

A consideração dos fluxos gerados pela construção do Porto do Açú, já abordada no estudo de tráfego específico, foi admitida como necessária no presente estudo para que se possa medir, com efetividade, os impactos no sistema viário da região pelo aumento de tráfego que ocorrerá pela implantação praticamente conjunta dos empreendimentos.

As análises sobre o tráfego, capacidade e níveis de serviço aqui efetuadas mostram que não haverá repercussões significativas causadas pelo tráfego gerado pela implantação da UTE na capacidade e nas condições de trafegabilidade do sistema viário considerado.

Deve-se mencionar, no entanto, que o trecho da RJ 216 atingirá o **Nível de Serviço E** de capacidade (congestionamento) no ano de 2021, pelo próprio crescimento esperado do seu tráfego atual, mesmo sem a consideração do tráfego gerado pela UTE, o que exigirá a realização de obras para sua duplicação antes desse período. Essa necessidade já havia sido demonstrada quando da realização dos estudos de tráfego relativos ao Porto do Açú.

Os dados e análises apresentados no presente estudo, relativos ao Porto do Açú, podem ser vistos com maior detalhe nos relatórios dos estudos técnicos elaborados para aquele projeto.

## **2. REDE RODOVIÁRIA SELECIONADA**

Os trechos de rodovias que integram a rede selecionada para ser objeto do presente estudo, são:

- RJ 238, entre a BR 101 e a RJ 216;
- RJ 216, entre a RJ 238 e a av. Presidente Kennedy;
- Av. Presidente Kennedy, entre a RJ 216 e a BR 356;
- BR 356, entre a av. Presidente Kennedy e a RJ 240;
- RJ 240, entre a BR 356 e a SB 24;
- SB 24 e SB42 (municipais), entre a RJ 240 e o Porto de Açú / UTE

Esses trechos compõem o sistema viário a ser percorrido pelos principais fluxos de veículos de passageiros e caminhões de maior tonelagem, a partir da BR 101, para a construção e operação da UTE de Porto do Açú e também do próprio porto.

O percurso de acesso ao porto (e à UTE) a ser utilizado foi desenvolvido em conjunto com o DNIT, a Fundação DER-RJ e a Prefeitura de São João da Barra, em função da possibilidade de contar com a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda para a implantação de melhorias nos trechos rodoviários de maior volume de tráfego na região visando à minimização dos impactos sobre áreas agrícolas e pequenas comunidades servidas por estradas vicinais que poderiam oferecer um menor percurso.

A rede selecionada para objeto da presente análise será apresentada no item seguinte, com a caracterização de seu estado atual e previsto. Como já mencionado, as intervenções previstas decorrem das necessidades apontadas no estudo para a implantação do porto e deverão servir também para os fluxos de carga e passageiros originados nas fases de construção e operação da UTE Porto do Açú.



### **3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA REDE RODOVIÁRIA SELECIONADA - SITUAÇÃO ATUAL E MELHORAMENTOS PREVISTOS**

As informações a seguir foram obtidas do relatório do Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DAS VIAS SELECIONADAS**

Trechos Existentes:

- 32,8 km - asfalto, com 2 faixas, com exceção de trecho da Av. Pres. Kennedy, duplicado com 6 faixas.
- 25,8 km – terra, com 2 faixas.

Interseções a serem ampliadas / construídas: 6 rótulas - asfalto, com 2 faixas.

Trechos a implantar: 25,8 km - revestimento primário, com 2 faixas.

- Velocidade Diretriz ..... 60 km/h
- Largura da Pista (duas faixas de 3,50 m)..... 7 m
- Largura dos Acostamentos ..... 1 m
- Raio Mínimo ..... 110 m
- Rampa Máxima..... 6%

Fonte: Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda. Para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

Os trechos da rede selecionada, inclusive as interseções, têm suas características atuais e previstas mostradas nas tabelas a seguir, onde também são apresentadas as melhorias a serem implantadas pela MMX. As intervenções previstas decorrem das necessidades apontadas no estudo para a implantação do porto e deverão servir, também, para os fluxos de carga e passageiros originados nas fases de construção e operação da UTE de Porto do Açu.

**Tabela 3.1 - Rede Selecionada**

Rodovia	Trecho	Extensão Km	Antes da Obra	Intervenção	Após a Obra
RJ 238	BR 101 – RJ 216	11,7	Pavimentada	-	Pavimentada
RJ 216	RJ 216 – Av. P. Kennedy	2,9	Pavimentada	-	Pavimentada
Av. P. Kennedy	RJ 216 – BR 356	3,4	Pavimentada	-	Pavimentada
BR 356	Av. P. Kennedy – RJ 240 (Caetá)	14,8	Pavimentada	-	Pavimentada
RJ 240	BR 356 (Caetá) – Campo da Praia	12,9	Terra	Implantação	Revestimento Primário
SB 42/24	Campo da Praia – Porto Açu	12,9	Terra	Implantação	Revestimento Primário

Fonte: Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda. Para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

**Tabela 3.2 - Interseções**

Interseção	Ext. Km	Antes da Obra	Intervenção	Após a Obra
BR 101 / RJ 238	1,0	3 sentidos	Ampliar	4 sentidos
RJ 238 / RJ 216 (Donana)	0,9	3 sentidos	Modificação	3 sentidos
RJ 216 / Av Pres. Kennedy (Hipódromo)	0,8	3 sentidos	Modificação	3 sentidos
BR 356 / RJ 240 (Caetá)	0,5	2 sentidos	Modificação	3 sentidos
RJ 240 / SB 24 (Campo da Praia)	0,4	-	Implantação	4 sentidos
SB 24 / SB 42	0,3	-	Implantação	3 sentidos

Fonte: Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda. Para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

### 3.2 TRAÇADO ADOTADO

Na descrição a seguir, é apresentado o traçado considerado para o fluxos de caminhões e para o fluxo de veículos de passageiros nas fases de construção e operação da UTE (o mesmo do considerado para a implantação do Porto do Açu).

Para o fluxo de veículos de carga, o traçado se inicia na interseção da BR 101 com a RJ 238, que deverá ser ampliada para melhorar os níveis de segurança do tráfego nessa interseção. Deve-se mencionar que a BR 101, entre Niterói e a divisa RJ/ES, está inserida no programa federal de concessões rodoviárias, prevendo-se a sua duplicação.

O trecho da RJ 238 até o entroncamento com a RJ 216 (interseção Donana) tem 11,7 km. Na RJ 216, o percurso é de 2,9 km, até a interseção Hipódromo, com a av. Presidente Kennedy. O estudo feito pela PROJCONSULT prevê a modificação e modernização das duas interseções, para aumento da segurança do tráfego.

O trecho da av. Pres. Kennedy à BR 356 tem 3,4 km. Na BR 356 até a interseção de Caetá, com a RJ-240, o percurso é de 14,8 km. Nesse ponto será construída interseção também para permitir níveis adequados de segurança para o fluxo de veículos previsto.

A partir dessa interseção até o porto, o trajeto segue pela RJ 240, SB 24 e SB 42, atualmente em terra, prevendo-se obras de implantação e revestimento primário.

O trecho entre a interseção de Caetá e o Porto do Açu, numa extensão de 25,8 km, será constituído por aterro, de areia e argila, com baixa altura (aprox. 1,00 m) sobre o terreno arenoso e plano. A pista revestida terá 7,0 m de largura e 2 acostamentos de 1,0 m cada um.

Até a interseção de Campo da Praia, são 12,9 km e em seguida, até o Porto Açu, mais 12,9 km. Nesses trechos é prevista a construção de duas interseções para ordenamento e segurança do tráfego.

Nos trechos pavimentados está prevista, apenas, a melhoria da sinalização.

Para o fluxo de transporte de passageiros a ser gerado pela UTE, admitiu-se que a mão-de-obra a ser empregada nas fases de construção e operação da usina será proveniente das cidades de Campos e São João da Barra, conforme explicitado no capítulo de Estudos de Tráfego. Nessa hipótese, a rede selecionada para análise do impacto dos fluxos de passageiros gerados pela UTE de Porto do Açu será composta pelos trechos da BR 356, RJ 240 e SB 24 / 42.

Segundo o estudo da PROJCONSULT, as obras de implantação dos trechos estarão terminadas em 2008, para possibilitar o início do fluxo de caminhões que transportarão as pedras necessárias à construção do enrocamento do Porto do Açu ao longo de 24 meses, prazo previsto para executá-lo.

Para a UTE, a construção das três unidades programadas está prevista para o período 2010 / 2013, após a conclusão das obras programadas para o sistema viário.

## **4. ESTUDOS DE TRÁFEGO**

Os Estudos de Tráfego aqui apresentados têm como base as análises desenvolvidas pela NATRONTEC – Estudos e Engenharia de Processos Ltda para a MMX Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em junho de 2007, para atendimento a questionamento feito pelo Ministério Público do Rio de Janeiro, relativo a aspectos de transporte e tráfego no licenciamento ambiental do Complexo Industrial e Portuário de Açú, Fase I.

As análises foram adaptadas quando necessário, incorporando dados específicos relativos ao projeto de implantação e operação da UTE Porto do Açú, de forma a complementar às anteriormente realizadas.

### **4.1. CONTAGENS DE TRÁFEGO E ANÁLISE DOS DADOS DISPONÍVEIS**

#### **4.1.1 Introdução**

As contagens de tráfego realizadas para o estudo da implantação do Porto do Açú tiveram por finalidade a caracterização dos fluxos de veículos em todos os segmentos e interseções da rota em análise.

Nesse sentido, foram realizados dois tipos de contagem: automática (L) e manual (P).

As contagens automáticas foram realizadas com o uso de contadores pneumáticos, posicionados no corpo da via, cobrindo os dois sentidos de tráfego, nos seguintes locais:

- L1 - RJ 238 (Rodovia dos Ceramistas), no trecho compreendido entre a BR 101 e a Estrada do Carvão;
- L2 - RJ 216 (Rodovia do Açúcar), no trecho entre a RJ 238 (interseção Donana) e a Av. Presidente Kennedy (interseção Hipódromo);
- L3 - na Av. Presidente Kennedy, no trecho que se estende da RJ 216 (interseção Hipódromo) até o entroncamento com a BR 356;
- L4 - na BR-356, entre a Av. Presidente Kennedy e a RJ 240.

Essas contagens foram executadas durante sete dias consecutivos, 24 horas ao dia, ininterruptamente, entre 7 e 13 de junho de 2007.

As contagens manuais foram realizadas por pesquisadores munidos de contadores de produção, por meio dos quais registram-se os fluxos dos veículos em pontos selecionados, quais sejam:

- P1 – na interseção da BR-101 com a RJ 238 (Rodovia dos Ceramistas);
- P1A – na interseção da RJ 238 com a Estrada do Carvão (municipal);
- P2 – no interseção da RJ 238 com a RJ 216 (Estrada do Açúcar);
- P3 – na interseção da RJ 216 com a Av. Presidente Kennedy;
- P4 – na interseção da Av. Presidente Kennedy com a BR 356;
- P5 – na interseção da BR 356 com a RJ 240.

As contagens manuais tiveram a duração de 16 horas, durante um dia, entre 7 e 13 de junho de 2007, com o objetivo de registrar os fluxos direcionais nas interseções, por tipo de veículo, e também permitir uma melhor classificação do tráfego registrado pelos contadores automáticos (por tipo de veículo).

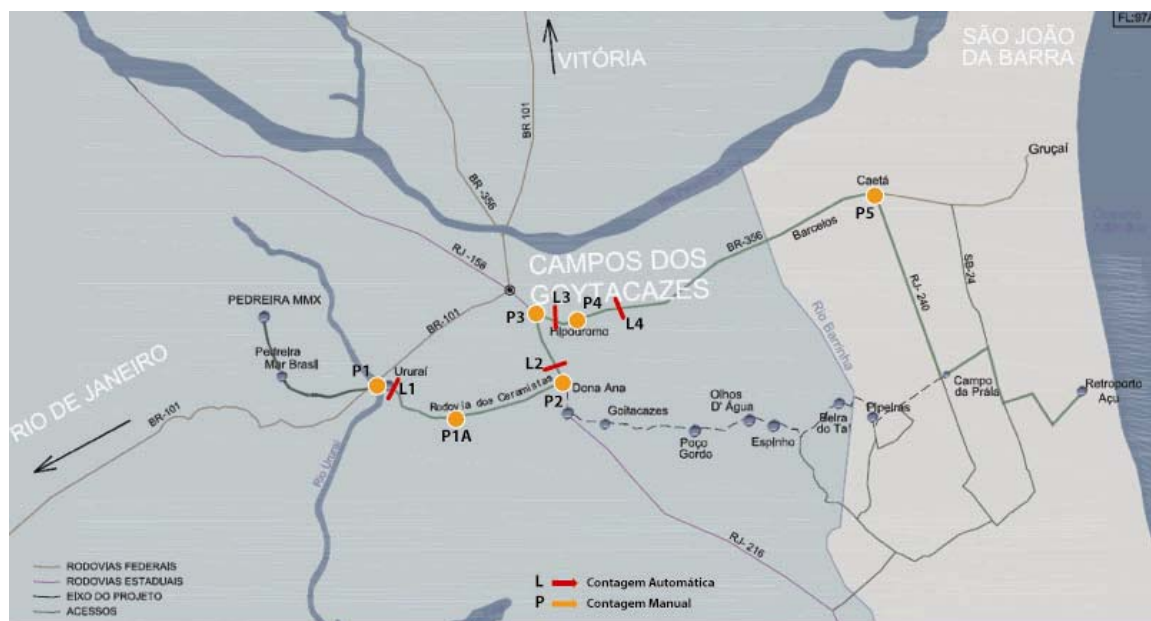
Os dados das contagens referentes aos quatro contadores automáticos e às contagens manuais realizadas nos 6 postos podem ser vistas no **Anexo 1**.

#### 4.1.2. Croquis de Localização

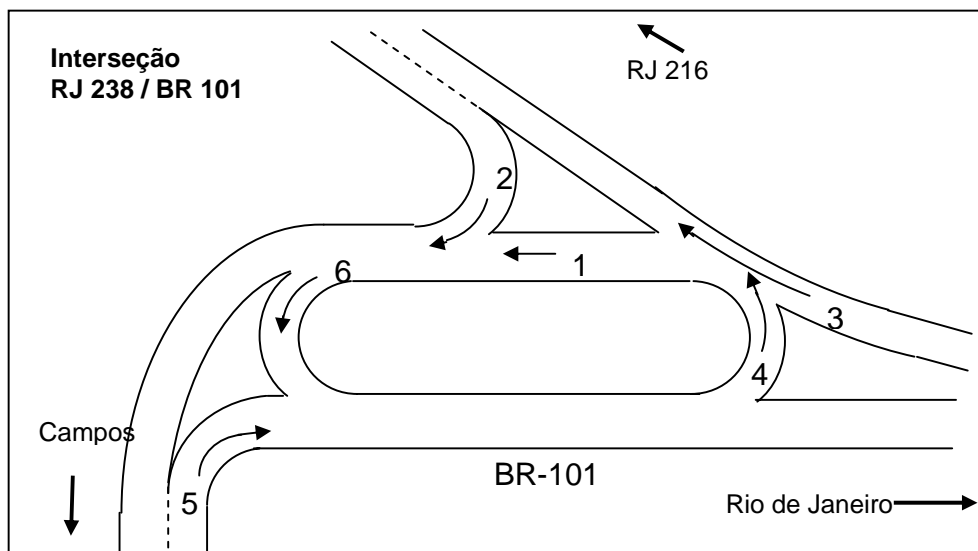
As figuras mostradas adiante apresentam de forma esquemática a localização dos pontos de contagem automáticas e manuais.

Indicam-se nos croquis os sentidos dos fluxos pesquisados (contagem manual) em cada interseção. Esses fluxos são identificados por números, o quais guardam correspondência com os fluxos que serão apresentados adiante, nas tabelas que reproduzem o dados registrados em campo.

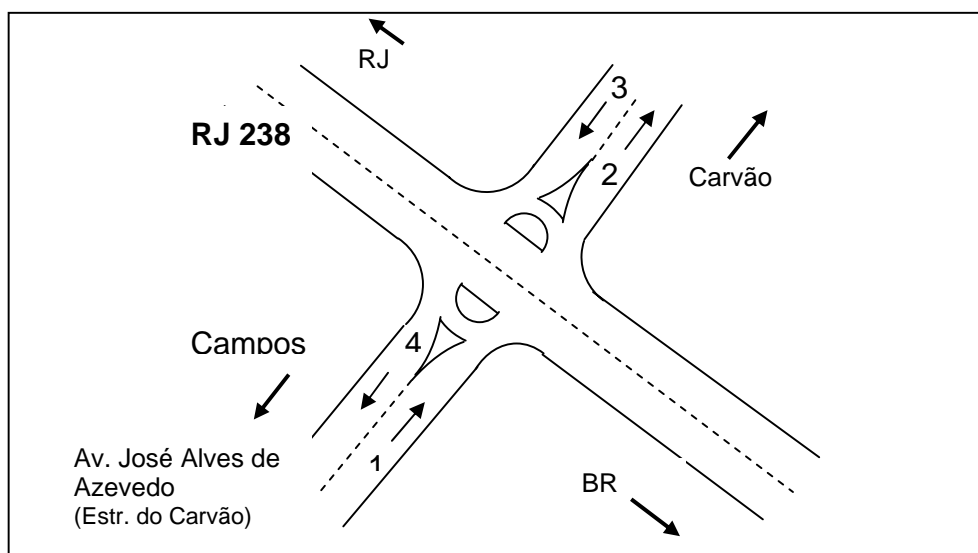
**Figura 4.1 – Localização dos Postos de Contagem**



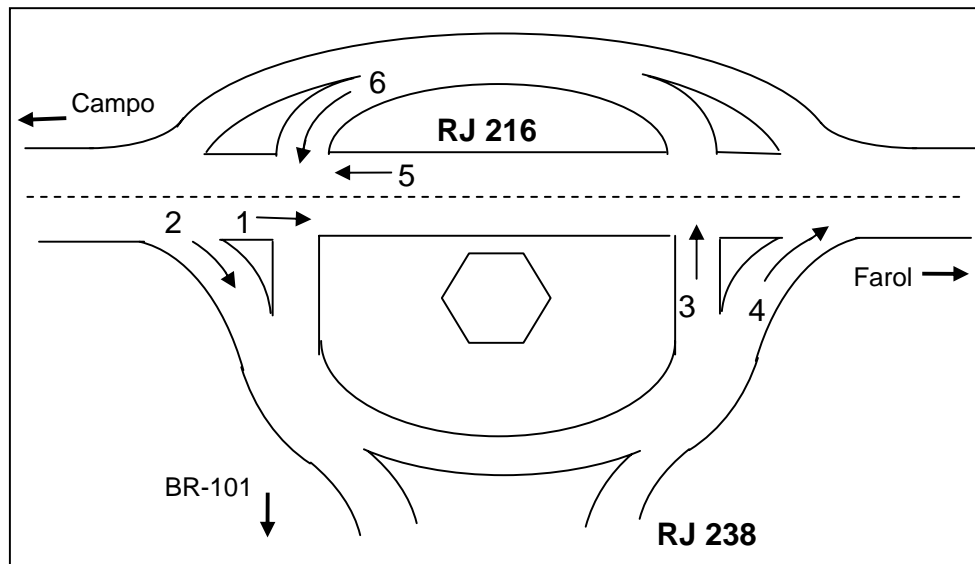
**Figura 4.2 – Posto 1 de Contagem Manual**



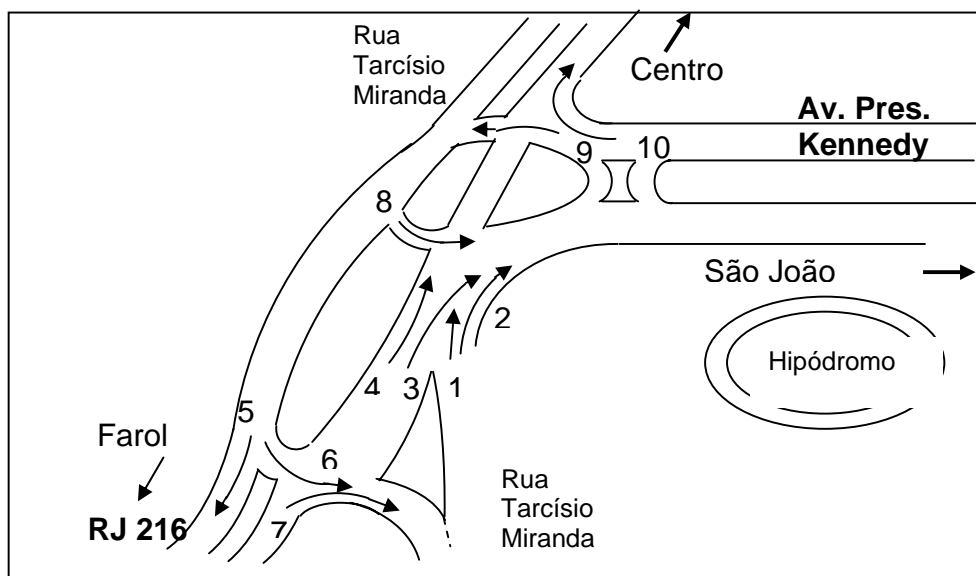
**Figura 4.3 – Posto 1A de Contagem Manual**



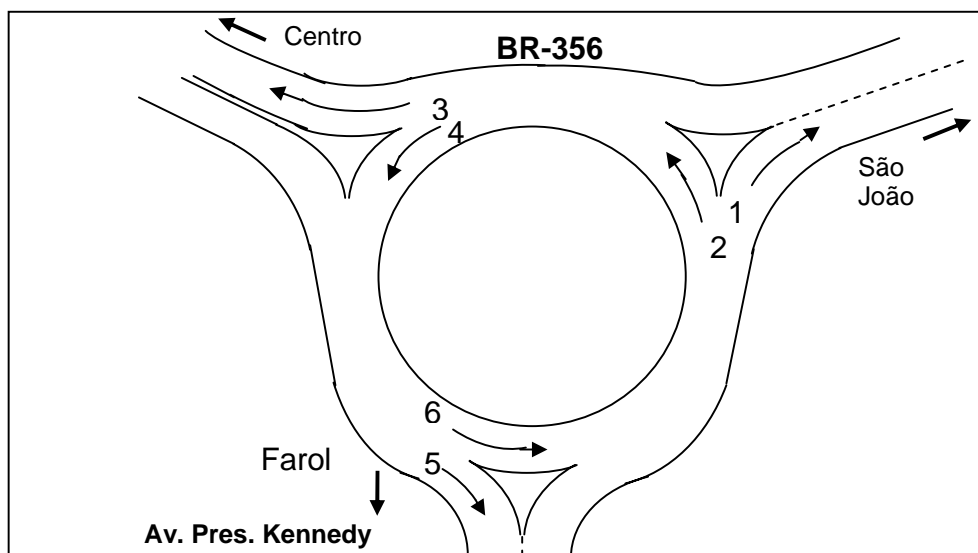
**Figura 4.4 – Posto 2 de Contagem Manual**



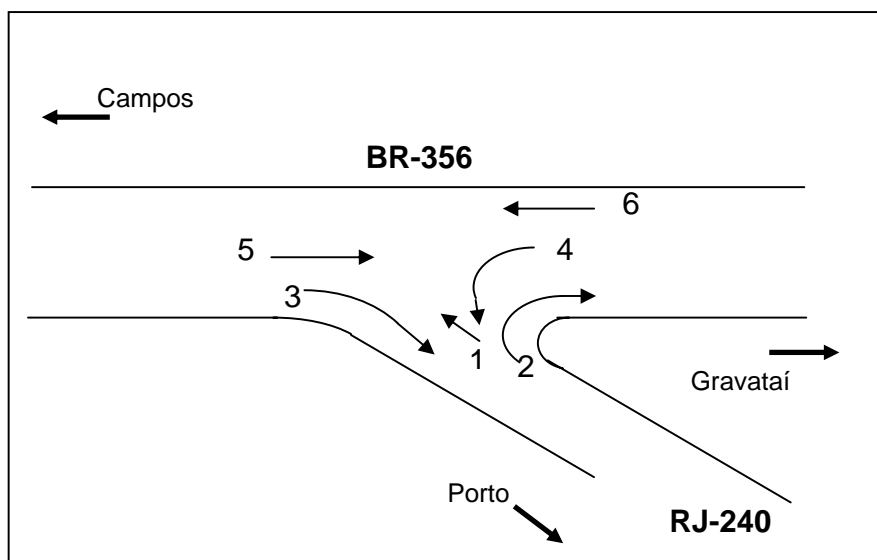
**Figura 4.5 – Posto 3 de Contagem Manual**



**Figura 4.6 – Posto 4 de Contagem Manual**



**Figura 4.7 – Posto 5 de Contagem Manual**





### 4.1.3 Cálculo dos Fatores Sazonais de Correção

#### 4.1.3.1 Estatísticas de Tráfego Disponíveis

O cálculo dos fatores de correção relativos à sazonalidade do período no qual foram efetuadas as contagens automáticas e manuais foi baseado nas estatísticas de tráfego disponíveis para a região do projeto.

As únicas estatísticas disponíveis, passíveis de serem utilizadas para o cálculo dos fatores de sazonalidade, como pretendido, referem-se aos levantamentos feitos pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, obtidas do sítio na Internet do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT, sucessor do DNER.

Os levantamentos completos mais recentes referem-se ao ano de 2001 e contemplam, na região em que se insere o empreendimento em análise, as rodovias BR-101 e BR-356.

Todavia, na área mais diretamente impactada pelo empreendimento, somente há estatísticas de tráfego disponíveis para a BR-101, nos trechos abaixo discriminados:

- Entr. BR-492 (Morro do Coco) - Entr. RJ-228 (Conselheiro Josino), PNV 101BRJ2690, localização km 26,5;
- Entr. RJ-208 (Ururaí) - Entr. RJ-180 (p/Ponta da Lama), PNV 101BRJ2790, localização km 78,0.

Para esses trechos as estatísticas obtidas referem-se ao Volume Médio Diário Anual – VMDA, ao Volume Médio Diário Semanal – VMDS e ao Volume Médio Diário Horário – VMDH.

O VMDA expressa o volume médio diário relativo a cada um dos meses do ano. O VDMS, o volume médio diário para cada um dos dias da semana em cada mês do ano (não estão disponíveis dados para o mês de agosto) e o VMDH refere-se ao volume médio diário por hora para cada um dos meses do ano, sem fazer distinção entre os dias da semana.

Em todas as informações obtidas, as estatísticas referem-se ao tráfego total, não fazendo distinção entre os vários tipos de veículo que compõem a corrente de tráfego.

As tabelas de estatísticas do tráfego do trecho da BR 101 considerado como parâmetro para a região, relativas, respectivamente, ao Volume Médio Diário Anual - VMDA, ao Volume Médio Semanal Anual - VMDS e ao Volume Médio Diário Horário – VMDH, podem ser vistas no **Anexo 2**.

Conforme mencionado, os dados apresentados foram considerados como indicadores do padrão de sazonalidade do tráfego na região em análise.

Os elementos básicos para indicar o padrão do tráfego são:

- a variação mensal ou sazonal, que expressa as mudanças no volume de tráfego ao longo dos meses do ano;
- a variação diária, que expressa as mudanças no volume de tráfego ao longo dos dias da semana;
- a variação horária, que expressa as mudanças no volume de tráfego ao longo das horas do dia.

Cada um desses elementos é representado por um fator, tal como se segue:

- **Fm** – fator de variação mensal ou sazonal relativo a cada um dos meses do ano;
- **Fd** - fator de variação diária relativo a cada um dos dias da semana;
- **Fh** - fator de variação horária relativo a cada uma das horas do dia.

A partir de uma amostra de tráfego pesquisada, a estimativa do volume médio diário anual (o volume de tráfego representativo de um dia médio do ano) pode ser feita mediante a aplicação desses fatores nos volumes levantados.

A aplicação dos fatores tem a seguinte ordem lógica:

- aplicação de **Fh** para expandir a amostra pesquisada para representar o tráfego de um dia (24 horas);
- aplicação de **Fd** para que a amostra expandida represente o tráfego de um dia médio da semana;
- aplicação de **Fm** para que o tráfego de um dia médio da semana expresse o tráfego de um dia médio do ano.

Como se deduz, a aplicação desses fatores depende do tamanho da amostra pesquisada. Se a pesquisa tiver a duração de 24 horas, não há a necessidade de aplicação de **Fh**. Da mesma forma, se ela tiver a duração de uma semana não se faz necessário o uso de **Fd**. Finalmente, para contagens com duração de 365 dias (as mais raras) não se aplica o **Fm**.

Os fatores são calculados pela razão entre o tráfego em determinado mês, dia ou hora do ano e o tráfego médio do ano, da semana ou do dia.

As tabelas a seguir mostram, respectivamente, os valores dos fatores de variação mensal (calculados a partir dos dados da VMDS), dos fatores de variação diária (calculados a partir dos dados da VMDH) e dos fatores de variação horária (calculados a partir dos dados da VMDH).

**Tabela 4.1 - Fatores de Variação Mensal – Fm (Rodovia BR-101, ano 2001)**

Mês	Trecho				Fm médio
	Entr. BR-492 (Morro do Coco) – Entr. RJ-228 (Conselheiro Josino)		Entr. RJ-208 (Ururái) – Entr. RJ-180 (p/ Ponta da Lama)		
	VMDM	Fm	VMDM	Fm	
Janeiro	6.070	1,30	10.470	1,20	1,25
Fevereiro	5.633	1,21	9.746	1,12	1,16
Março	4.913	1,06	9.077	1,04	1,05
Abril	4.278	0,92	8.007	0,92	0,92
Maio	4.252	0,91	7.653	0,88	0,89
Junho	4.271	0,92	7.674	0,88	0,90
Julho	4.754	1,02	7.540	0,86	0,94
Agosto	3.304	0,71	8.907	1,02	0,86
Setembro	4.711	1,01	7.394	0,85	0,93
Outubro	4.638	1,00	10.276	1,18	1,09
Novembro	4.592	0,99	8.696	1,00	0,99
Dezembro	4.455	0,96	9.404	1,08	1,02
Média	4.656	-	8.737	-	-

Nota: os fatores foram calculados a partir das médias dos volumes de tráfego dos dois trechos considerados

**Tabela 4.2 - Fatores de Variação Diária – Fd (Rodovia BR-101, ano 2001)**

Mês	Dia						
	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Janeiro	0,90	0,95	1,04	1,01	1,03	1,12	0,97
Fevereiro	0,79	0,80	0,92	1,09	1,07	1,24	1,09
Março	0,93	0,94	0,97	0,98	1,09	1,11	0,98
Abril	0,89	0,87	1,02	1,05	1,07	1,15	0,95
Maio	0,91	0,89	1,00	1,05	1,08	1,13	0,94
Junho	0,89	0,91	1,01	1,06	1,08	1,12	0,92
Julho	0,86	0,93	1,02	1,07	1,03	1,15	0,94
Agosto	não disponível						
Setembro	0,88	0,95	1,02	1,05	1,07	1,15	0,89
Outubro	0,90	1,05	0,98	1,00	1,06	1,15	0,85
Novembro	0,96	0,95	1,00	1,04	1,10	1,06	0,89
Dezembro	0,86	0,90	1,03	1,05	1,08	1,12	0,96

Nota: os fatores foram calculados a partir das médias dos volumes de tráfego dos dois trechos considerados

**Tabela 4.3 - Fatores de Variação Horária – Fh (Rodovia BR-101, ano 2001)**

Hora	Mês												Média
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
0 - 1	1,7	1,9	1,9	2,1	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,8	1,9
1 - 2	1,5	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,4	1,9	1,6	1,6	1,7	1,7
2 - 3	1,4	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6
3 - 4	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,5
4 - 5	2,2	2,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	2,1	2,3	2,4	1,8
5 - 6	3,7	3,3	2,6	2,6	2,4	2,4	2,3	2,5	2,5	3,6	3,9	4,2	3,0
6 - 7	4,8	4,5	4,3	4,3	4,4	4,3	4,1	5,6	4,4	4,5	4,9	5,0	4,6
7 - 8	5,7	5,4	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,1	5,1	5,2	5,5	5,4	5,2
8 - 9	6,2	5,9	5,6	5,5	5,7	5,6	5,5	5,7	5,8	5,5	5,7	5,6	5,7
9 - 10	6,3	5,9	5,8	5,5	5,6	5,6	5,7	5,1	5,8	5,7	5,5	5,6	5,7
10 - 11	5,9	5,7	5,7	5,6	5,6	5,4	5,7	5,6	5,5	5,5	5,3	5,2	5,6
11 - 12	5,4	5,1	5,3	5,1	5,2	5,4	5,6	5,5	5,6	5,2	5,1	4,9	5,3
12 - 13	5,2	5,0	4,9	4,8	4,8	5,0	5,4	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
13 - 14	5,4	5,0	5,1	4,9	5,0	5,0	5,6	5,7	5,3	5,3	5,1	5,1	5,2
14 - 15	5,5	5,2	5,2	5,0	5,3	5,3	5,5	5,7	5,4	5,5	5,5	5,4	5,4
15 - 16	5,7	5,5	5,4	5,3	5,4	5,5	5,9	5,7	5,7	5,8	5,8	5,6	5,6
16 - 17	5,9	5,8	5,8	6,0	5,8	6,0	5,7	4,5	6,0	6,0	6,0	5,9	5,8
17 - 18	5,9	6,0	6,2	6,2	6,0	6,0	5,5	5,0	5,7	6,1	6,0	6,1	5,9
18 - 19	5,2	5,6	6,0	6,0	5,9	5,7	5,6	6,0	5,4	5,4	5,4	5,3	5,6
19 - 20	4,2	4,7	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,6	4,9	4,5	4,4	4,4	4,7
20 - 21	3,5	3,9	4,2	4,4	4,2	4,1	3,9	4,0	3,7	3,8	3,7	3,8	3,9
21 - 22	3,0	3,4	3,5	3,8	3,9	3,8	3,7	4,2	3,7	3,5	3,4	3,3	3,6
22 - 23	2,4	2,9	3,1	3,4	3,4	3,3	3,4	3,9	3,2	2,9	2,7	2,8	3,1
23 - 24	1,9	2,3	2,7	2,9	2,8	2,7	2,6	2,8	2,5	2,2	2,0	2,0	2,4

Nota: os fatores foram calculados a partir das médias dos volumes de tráfego dos dois trechos considerados











## 4.2. TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO NA REDE RODOVIÁRIA ANALISADA

Com base nos volumes de tráfego pesquisados e nos fatores de sazonalidade calculados, foram estimados os valores do tráfego médio diário anual para os trechos e interseções da rede rodoviária analisada.

### 4.2.1 Volume Diário Médio Anual – VDMA nos Trechos Rodoviários

Os VDMAs estimados para os trechos rodoviários da malha analisada, corrigidos pelos fatores de sazonalidade calculados, podem ser vistos nas tabelas a seguir. O tráfego está apresentado por intervalo de hora, segundo a classificação de veículos considerada, conforme tabela 4.4.

**Tabela 4.4 – Classificação dos veículos**

Classe	Eixo	Grupo	Descrição	Veículo
1	2	1 ou 2	Bicicleta ou motocicleta.	
2	2	1 ou 2	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup.	
3	3, 4, 5	3	Automóvel com reboque.	
4	2	2	Caminhão ou ônibus de 2 eixos.	
5	3	2	Caminhão ou ônibus de 3 eixos.	
6	3	2	Caminhão de 4 eixos.	
7	3	3	3 eixos articulado.	
8	4	2	4 eixos articulado.	
9	5	2	5 eixos articulado.	
10	6	2	6 eixos articulado.	
11	6	4	Bi-trem (+ de 6 eixos em 4 grupos).	
12	6	5	Bi-trem longo ou Tri-trem (+ de 6 eixos em 5 ou 6 grupos).	

Fonte: DNIT

**Tabela 4.5 – RJ 238 - Volume Médio Diário - 2007**

Hora Fim	Classe de Veículos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1:00	1	9	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	20
2:00	0	6	0	2	3	0	0	1	3	0	0	0	15
3:00	0	5	0	2	6	0	0	1	1	0	0	0	15
4:00	0	5	0	2	9	0	0	0	1	0	0	0	19
5:00	0	11	0	6	7	0	0	1	1	0	0	0	27
6:00	1	35	0	14	11	0	0	2	3	1	0	0	66
7:00	5	63	0	27	20	0	0	3	2	0	0	0	120
8:00	3	78	0	21	16	0	0	2	3	0	0	0	124
9:00	3	85	0	19	18	0	0	1	3	0	0	0	131
10:00	5	84	1	17	19	0	0	3	4	0	0	0	133
11:00	6	81	1	20	29	0	0	3	3	1	1	0	144
12:00	4	77	1	18	21	0	0	2	3	0	0	0	128
13:00	4	73	0	18	25	0	0	1	3	1	1	0	127
14:00	5	76	1	19	25	0	0	2	4	0	0	0	133
15:00	5	77	1	20	28	0	0	3	7	1	0	1	143
16:00	6	80	1	22	31	0	0	3	5	0	1	0	149
17:00	5	95	1	23	36	0	0	2	4	1	0	0	167
18:00	6	105	1	23	39	0	1	2	4	1	0	0	183
19:00	3	95	1	19	39	0	0	1	5	1	0	0	165
20:00	2	64	1	13	28	0	0	1	3	1	1	0	113
21:00	2	51	1	10	25	0	0	1	3	1	0	0	95
22:00	2	35	0	6	14	0	0	1	2	1	1	0	61
23:00	1	20	0	3	11	0	0	1	2	1	0	0	40
0:00	1	14	0	3	8	0	0	1	1	0	0	0	29
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>1.323</b>	<b>12</b>	<b>327</b>	<b>473</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>38</b>	<b>73</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2.347</b>

**Tabela 4.6 – RJ 216 - Volume Médio Diário - 2007**

Hora Fim	Classe de Veículos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1:00	6	187	1	11	11	-	0	1	1	1	-	0	220
2:00	2	108	1	4	10	-	-	1	1	1	0	0	129
3:00	3	79	-	3	10	0	-	1	1	1	0	0	100
4:00	2	61	1	5	8	-	1	1	1	1	0	0	82
5:00	1	77	0	12	12	-	-	1	1	1	-	0	106
6:00	5	138	1	46	22	0	-	3	3	1	0	0	219
7:00	13	336	3	81	33	1	1	3	3	2	0	0	475
8:00	25	617	6	95	30	0	0	3	2	1	0	0	781
9:00	30	687	8	94	36	0	0	2	1	2	0	0	860
10:00	31	685	8	88	42	1	1	5	3	1	-	0	864
11:00	31	677	6	85	42	1	-	3	3	3	0	0	851
12:00	39	695	8	79	44	1	0	3	3	2	0	0	875
13:00	40	730	8	81	41	0	1	3	3	1	-	-	910
14:00	43	706	8	82	40	1	0	4	3	1	-	0	887
15:00	42	691	5	78	39	1	1	4	4	2	-	1	868
16:00	48	678	5	80	39	1	0	5	3	1	0	1	863
17:00	38	681	8	83	41	1	0	4	3	2	0	0	860
18:00	30	785	7	81	42	2	1	3	2	0	-	-	953
19:00	27	797	9	81	36	1	1	4	2	1	1	0	960
20:00	24	697	5	62	31	1	0	2	2	1	0	0	827
21:00	21	516	5	49	23	1	0	2	2	3	0	0	622
22:00	12	464	3	36	16	0	-	3	1	2	0	0	536
23:00	13	391	2	31	14	0	-	2	1	1	-	0	458
0:00	8	255	2	18	13	0	-	2	1	1	0	0	300
<b>Total</b>	<b>534</b>	<b>11.739</b>	<b>109</b>	<b>1.364</b>	<b>677</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>67</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>14.606</b>

**Tabela 4.7 – Av. Pres. Kennedy - Volume Médio Diário - 2007**

Hora Fim	Classe de Veículos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1:00	7	64	0	3	5	0	0	0	3	2	0	0	85
2:00	4	48	0	1	3	0	0	0	2	2	0	0	60
3:00	2	31	0	1	4	1	0	0	1	2	0	0	43
4:00	3	21	0	1	3	0	0	1	1	2	0	0	33
5:00	1	20	0	2	4	0	0	0	1	2	0	0	32
6:00	4	43	0	15	10	0	0	2	2	1	0	0	78
7:00	14	141	3	51	10	0	0	3	3	2	0	0	227
8:00	31	272	4	55	15	1	0	3	3	3	0	0	387
9:00	31	324	4	53	14	1	0	3	3	2	0	0	436
10:00	30	292	4	55	20	2	0	5	3	2	0	0	413
11:00	29	280	4	57	23	1	0	3	3	2	0	0	402
12:00	37	311	4	62	20	2	0	4	3	2	0	0	444
13:00	44	356	4	55	20	3	0	2	2	1	0	0	488
14:00	47	321	5	54	19	0	0	3	3	2	0	0	453
15:00	37	318	4	57	18	1	0	3	3	1	0	0	442
16:00	36	289	5	60	19	2	0	4	4	2	0	0	423
17:00	36	337	8	59	18	1	1	4	4	1	0	0	471
18:00	46	408	5	57	21	0	0	3	4	1	1	0	548
19:00	40	355	6	49	13	1	0	3	3	3	1	0	475
20:00	27	298	4	37	18	0	0	1	3	0	0	0	388
21:00	21	232	2	23	9	0	0	1	2	3	0	0	293
22:00	17	193	1	19	7	1	0	1	3	2	0	0	243
23:00	15	158	1	17	6	0	0	0	3	2	0	0	204
0:00	9	92	1	11	6	0	0	0	2	3	0	0	125
<b>Total</b>	<b>568</b>	<b>5.206</b>	<b>71</b>	<b>856</b>	<b>305</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>63</b>	<b>43</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>7.192</b>



**Tabela 4.8 – BR 356 - Volume Médio Diário - 2007**

Hora Fim	Classe de Veículos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1:00	2	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	27	173
2:00	6	60	0	3	8	0	-	-	2	1	0	0	81
3:00	3	52	0	4	6	-	-	0	2	1	-	0	69
4:00	3	40	0	4	8	0	-	0	1	1	0	-	58
5:00	1	34	0	4	8	0	0	0	2	2	-	-	53
6:00	3	25	0	8	8	-	-	0	1	1	-	-	47
7:00	7	46	1	15	11	0	-	1	2	1	-	0	84
8:00	18	130	4	30	15	0	-	0	1	1	-	0	201
9:00	33	273	8	46	13	1	0	2	2	1	-	1	380
10:00	34	336	7	39	15	1	0	2	2	1	0	0	437
11:00	31	370	7	45	19	2	1	3	3	1	-	0	482
12:00	27	380	7	42	20	1	0	3	3	2	0	0	487
13:00	29	393	7	45	18	2	0	3	2	1	0	1	500
14:00	29	388	7	44	14	1	0	2	3	1	0	1	488
15:00	26	381	5	45	17	1	0	2	3	0	0	1	482
16:00	33	376	7	41	16	1	0	2	3	2	0	0	482
17:00	30	392	5	42	17	3	1	2	3	1	0	-	496
18:00	33	421	8	42	17	2	0	4	3	2	1	0	533
19:00	37	483	10	45	16	2	0	2	3	1	0	1	599
20:00	32	418	10	39	14	1	-	2	2	2	1	0	521
21:00	21	308	5	30	13	1	0	1	3	2	0	0	383
22:00	14	224	4	23	11	0	-	1	2	1	0	1	281
23:00	14	173	2	17	9	0	-	1	1	2	-	0	220
24:00	13	142	2	13	8	0	-	1	2	1	-	0	181
<b>Total</b>	<b>478</b>	<b>5.849</b>	<b>113</b>	<b>672</b>	<b>313</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>52</b>	<b>71</b>	<b>53</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>7.719</b>

Para a RJ 240 e para os trechos de rodovias municipais de São João da Barra (SB 24) não foram feitas contagens automáticas no estudo de tráfego para o Porto do Açú, devido às suas condições de trafegabilidade (implantada, em terra) e ao baixo volume de tráfego apresentado.

O volume de tráfego médio diário anual – VMDA para esses trechos foi estimado a partir dos dados obtidos nas contagens realizadas no Posto 5, na interseção da BR 356 com a RJ 240.

O VMDA calculado para a RJ 240 na interseção foi considerado representativo para toda a ligação entre a BR 356 e o Porto do Açú, englobando a RJ 240 e os trechos municipais. Essa hipótese foi adotada por não se ter uma base confiável para fazer estimativas de VMDA para esses trechos.

Na realidade, o tráfego nos trechos de rodovias municipais e mesmo no restante do trecho da RJ 240 é inferior ao contado na interseção, que agrupa os fluxos originados em todos os núcleos urbanos ao longo de suas extensões, com direção à Campos ou à São João da Barra.

A hipótese considerada, ao estender o valor do VMDA para todo o percurso entre a BR 356 e o porto, permite que as análises de capacidade e de nível de serviço para esse trecho, de características construtivas mais restritas, sejam estimadas com um grau de segurança bastante grande, suportando variações expressivas do tráfego gerado.

O valor do VMDA estimado para a RJ 240, corrigido pelos índices de sazonalidade calculados, pode ser visto na tabela a seguir.

**Tabela 4.9 – RJ 240 - Volume Médio Diário - 2007**

Hora	Autos	Ônibus	Caminhões (eixos)								Outros	Total
			2	3	4	5	6	7	8	9		
6 - 7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
7 - 8	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
8 - 9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
9 - 10	9	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	12
10 - 11	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
11 - 12	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
12 - 13	10	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	16
13 - 14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14 - 15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
15 - 16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16 - 17	10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
17 - 18	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
18 - 19	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	11
19 - 20	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
20 - 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total 16 Horas	96	7	11	13	0	0	0	0	0	0	0	127
Total 24 Horas	109	8	13	15	0	0	0	0	0	0	0	144
VMDA	132	10	15	18	0	0	0	0	0	0	0	174

Os fluxos nas interseções foram também corrigidos segundo os fatores de sazonalidade calculados para os locais de contagem automática situados nas proximidades. Foram aplicados fatores para expandir a amostra de 16 horas para 24 horas. Posteriormente, foram aplicados os fatores de correção referentes ao dia da semana e ao mês.

No **Anexo 3** estão apresentadas as tabelas referentes ao VDMA nas interseções pesquisadas, discriminados por sentido de fluxo, por intervalo de hora e por tipo de veículo, para o ano de 2007.

As figuras abaixo apresentam o volume total para cada interseção, segundo os fluxos direcionais considerados, cuja localização geral já foi apresentada na figura 4.1. A representação gráfica da interseção reproduz a situação atual, sem as obras previstas.

**Figura 4.8 – Interseção 1**

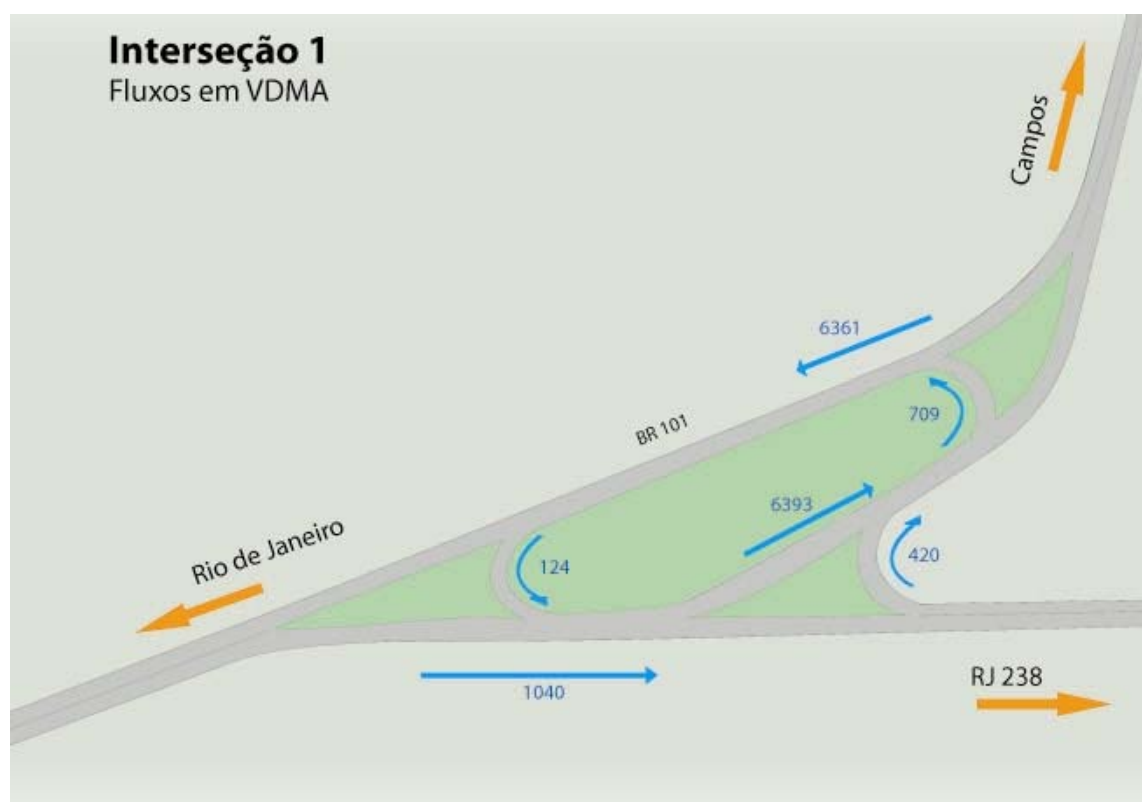


Figura 4.9 – Interseção 1 A



**Figura 4.10 – Interseção 2**

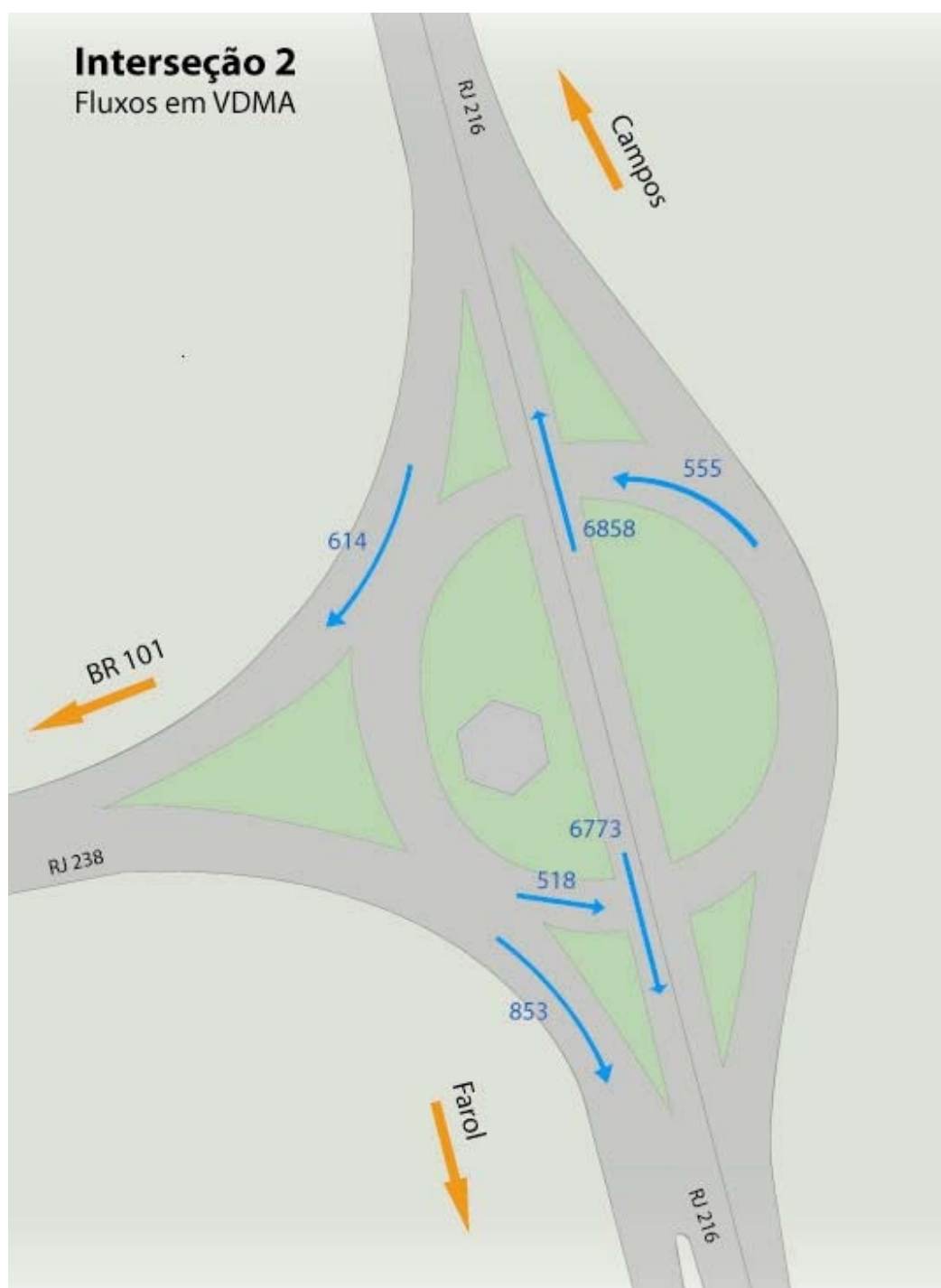


Figura 4.11 – Interseção 3

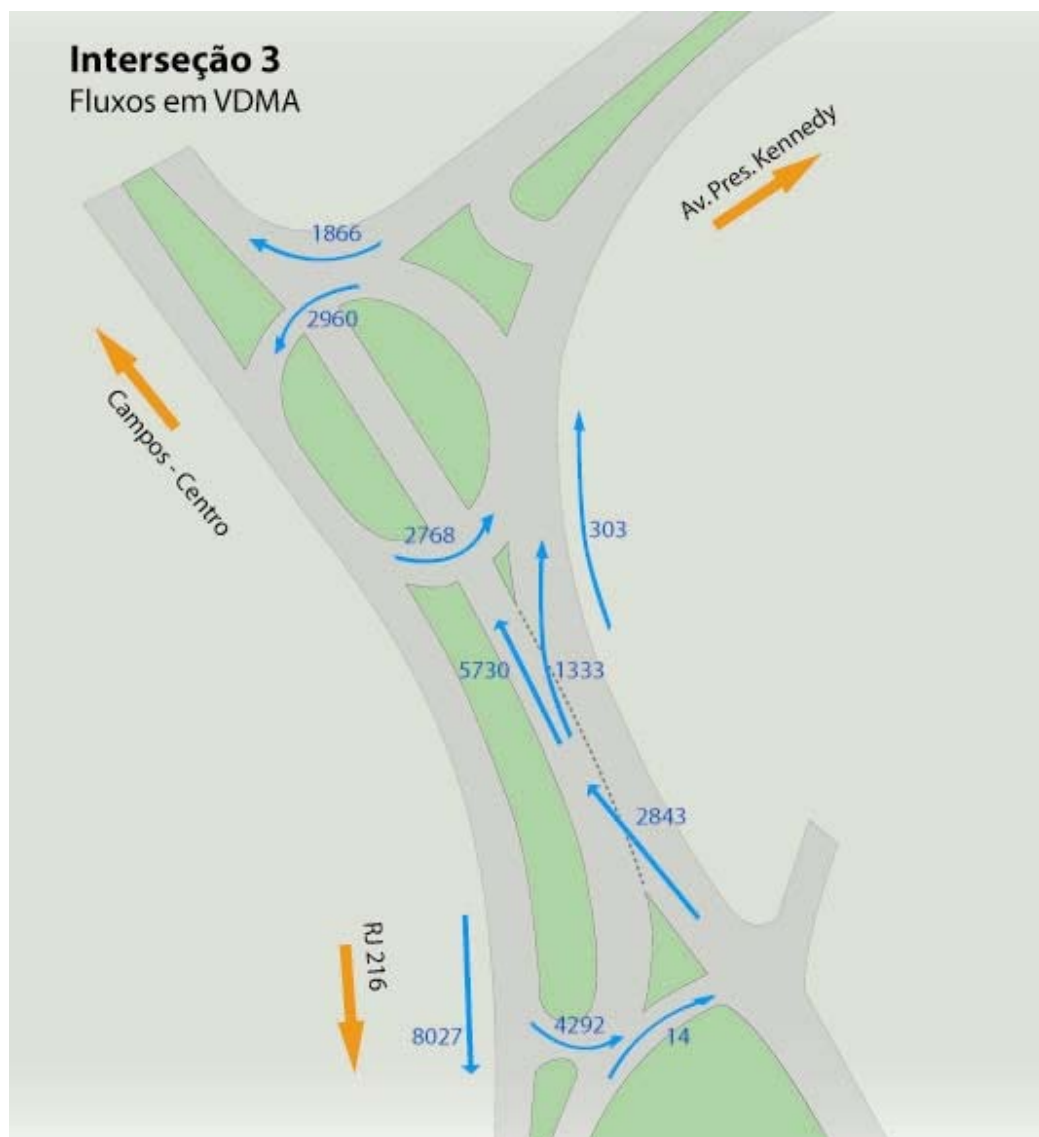
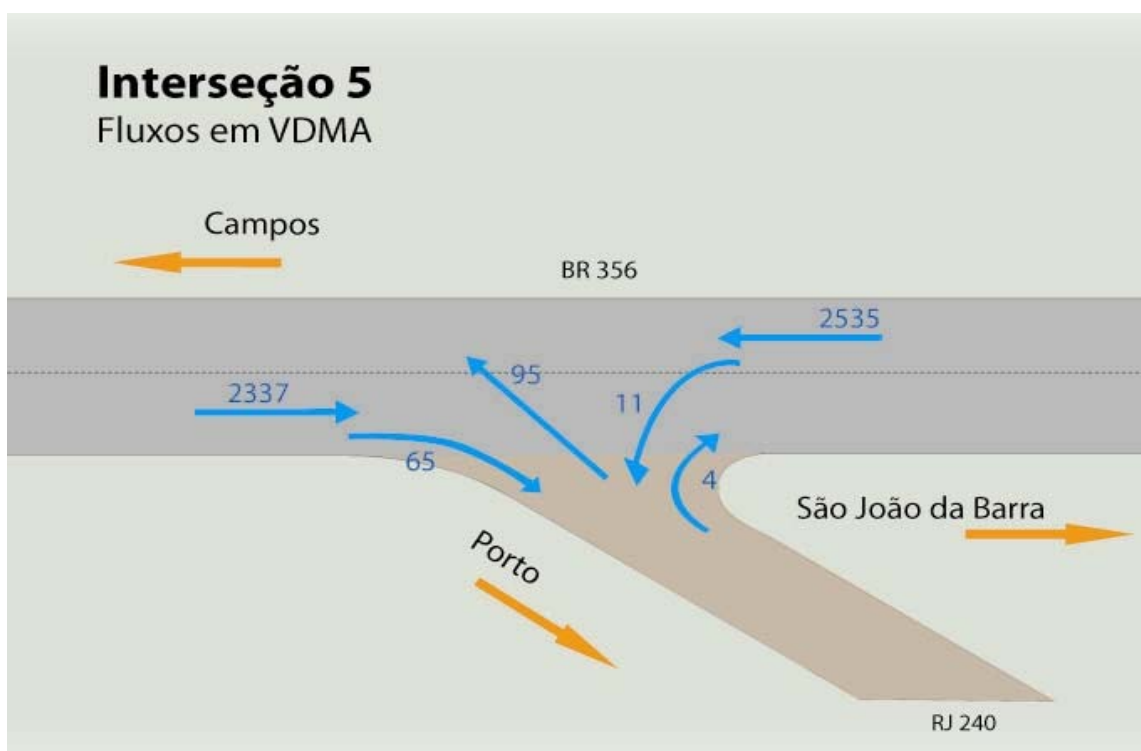


Figura 4.12 – Interseção 4



Figura 4.13 – Interseção 5



### 4.3 Análise de Capacidade e dos Níveis de Serviço

#### 4.3.1 Cálculo da Capacidade – Evolução do Tráfego SEM Fluxo das Obras

As análises de capacidade foram feitas para os diversos trechos das rodovias da malha selecionada, no traçado entre a BR 101 e a UTE Porto do Açú. O trecho entre a BR 356 e a UTE e o porto (RJ 240 e rodovias municipais) foi considerado como um único trecho, por apresentar características semelhantes (ambos em revestimento primário, com mesmo VMD).

A metodologia empregada foi a preconizada pelo *Highway Capacity Manual, Special Report 209 - Transportation Research Board (2000)*.

Em conformidade com a referida metodologia, a taxa de fluxo de serviço SFi, que expressa o número máximo de veículos por hora que podem passar por um dado segmento rodoviário em ambos os sentidos do fluxo, para um determinado nível de serviço (**i**), consideradas as suas características físicas e operacionais predominantes, é dada pela seguinte fórmula matemática:

$$SFi = c_j \cdot (v/c)_i \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{hv}$$

onde:

- $c_j$  = a capacidade em ambos o sentidos do fluxo sob condições ideais[1], em pcph (do inglês *passenger cars per hour*, ou equivalentes carros de passeio por hora), igual a 2.800 pcph;
- $(v/c)_i$  = a maior razão volume sobre capacidade associada a um determinado nível de serviço **i**;
- $f_d$  = fator de ajustamento para distribuições do tráfego diferentes de 50/50;
- $f_w$  = fator de ajustamento para larguras de faixas e/ou distâncias de obstruções laterais menores que as ideais;
- $f_{hv}$  = fator de ajustamento para considerar a presença de outros veículos que não os carros de passeio na corrente de tráfego.

O fator  $f_{hv}$  é dado por:

$$f_{hv} = 1 / [ 1 + P_t (E_t - 1) + P_b (E_b - 1) ]$$

onde,

$P_t$  e  $P_b$  = proporção de caminhões e ônibus na corrente de tráfego, respectivamente;

$E_t$  e  $E_b$  = fatores de equivalência a carro de passeio para caminhões e ônibus, respectivamente.



Para a rodovia em análise as condições físicas e operacionais predominantes a serem utilizadas na análise de capacidade são relacionadas na tabela a seguir.

**Tabela 4.10 – Características Físicas e Operacionais para Análise de Capacidade**

Rodovia	Topografia	Largura da faixa de tráfego (m)	Distância das obstruções laterais (m)	Tráfego na hora-pico			
				Volume/h 2007	Distribuição direcional	% de pesados	
						Ônibus	Caminhões
RJ 238	Plana	7,2	2,1	183	60/40	3	37
RJ 216	Plana	7,0	2,5	960	50/50	5	10
Av. Pres Kennedy	Plana	7,2	5	548	50/50	6	13
BR 356	Plana	7,0	2,1	599	60/40	4	11
RJ 240	Plana	7,0	0,0	18	60/40	5	20

Com base nas informações constantes das Tabela 4.10 acima apresentada, os fatores a serem considerados no cálculo da capacidade dos diversos trechos são os mostrados nas tabelas a seguir.

**Tabela 4.11 – Fatores considerados - RJ 238**

Nível de Serviço	V/C	$f_d$	$f_w$	$E_t$	$E_b$
A	0,12	0,94	0,93	2,0	1,8
B	0,24	0,94	0,93	2,2	2,0
C	0,39	0,94	0,93	2,2	2,0
D	0,62	0,94	0,93	2,0	1,6
E	1,00	0,94	0,94	2,0	1,6

**Tabela 4.12 – Fatores considerados - RJ 216**

Nível de Serviço	V/C	fd	fw	Et	Eb
A	0,12	1,00	0,93	2,0	1,8
B	0,24	1,00	0,93	2,2	2,0
C	0,39	1,00	0,93	2,2	2,0
D	0,62	1,00	0,93	2,0	1,6
E	1,00	1,00	0,94	2,0	1,6

**Tabela 4.13 – Fatores considerados - Av. Pres. Kennedy**

Nível de Serviço	V/C	fd	fw	Et	Eb
A	0,12	1,00	0,93	2,0	1,8
B	0,24	1,00	0,93	2,2	2,0
C	0,39	1,00	0,93	2,2	2,0
D	0,62	1,00	0,93	2,0	1,6
E	1,00	1,00	0,94	2,0	1,6

**Tabela 4.14 – Fatores considerados - BR 356**

Nível de Serviço	V/C	fd	fw	Et	Eb
A	0,12	0,94	0,93	2,0	1,8
B	0,24	0,94	0,93	2,2	2,0
C	0,39	0,94	0,93	2,2	2,0
D	0,62	0,94	0,93	2,0	1,6
E	1,00	0,94	0,94	2,0	1,6

**Tabela 4.15 – Fatores considerados – RJ 240**

Nível de Serviço	V/C	fd	fw	Et	Eb
A	0,12	0,94	0,58	4,0	3,0
B	0,24	0,94	0,58	5,0	3,4
C	0,39	0,94	0,58	5,0	3,4
D	0,62	0,94	0,58	5,0	2,9
E	1,00	0,94	0,75	5,0	2,9

**Tabela 4.16 – Valores calculados de fhv**

Nível de Serviço	RJ 238	RJ 216	av. Pres. Kennedy	BR356	RJ 240
A	0,72	0,88	0,85	0,88	0,59
B	0,68	0,85	0,82	0,85	0,52
C	0,68	0,85	0,82	0,85	0,52
D	0,72	0,89	0,86	0,88	0,53
E	0,72	0,89	0,86	0,88	0,53

**Tabela 4.17 - Valores calculados de SFi**

Nível de Serviço	RJ 238	RJ 216	av. Pres Kennedy	BR 356	RJ 240
A	211	274	265	257	108
B	399	534	514	501	191
C	648	868	835	814	310
D	1.094	1.430	1.385	1.337	499
E	1.784	2.331	2.258	2.180	1042

Com base nesses valores de SFi e nos valores de fluxo na hora-pico, os valores referentes aos Níveis de Serviço (NS), ano a ano, ao longo de um período de 20 anos, contado a partir de 2009, data de início das obras no Porto do Açu, são os mostrados nas tabelas a seguir, para cada um dos segmentos considerados.

**Tabela 4.18 – Níveis de Serviço para os trechos considerados, período de 20 anos**

Ano	RJ 238		RJ 216		Av. Pres Kennedy		BR 356		RJ 240	
	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS
2007	183	A	960	D	548	C	599	C	18	A
2008	188	A	989	D	564	C	617	C	19	A
2009	194	A	1018	D	581	C	635	C	19	A
2010	200	A	1049	D	599	C	655	C	20	A
2011	206	A	1080	D	617	C	674	C	20	A
2012	212	B	1113	D	635	C	694	C	21	A
2013	219	B	1146	D	654	C	715	C	21	A
2014	225	B	1181	D	674	C	737	C	22	A
2015	232	B	1216	D	694	C	759	C	23	A
2016	239	B	1253	D	715	C	782	C	23	A
2017	246	B	1290	D	736	C	805	C	24	A
2018	253	B	1329	D	759	C	829	D	25	A
2019	261	B	1369	D	781	C	854	D	26	A
2020	269	B	1410	D	805	C	880	D	26	A
2021	277	B	1452	E	829	C	906	D	27	A
2022	285	B	1496	E	854	D	933	D	28	A
2023	294	B	1541	E	879	D	961	D	29	A
2024	302	B	1587	E	906	D	990	D	30	A
2025	312	B	1634	E	933	D	1020	D	31	A
2026	321	B	1683	E	961	D	1050	D	32	A
2027	331	B	1734	E	990	D	1082	D	33	A
2028	340	B	1786	E	1019	D	1114	D	33	A

A taxa adotada para crescimento de tráfego foi de 3% ao ano, taxa coerente com o crescimento histórico do tráfego e recomendada pelo DNIT para estimativas futuras de tráfego na região.

Observa-se que ao longo de todo o período considerado, apenas o trecho da RJ 216 apresenta problemas de capacidade. O trecho já opera hoje no Nível D e a partir de 2020, com o crescimento esperado do tráfego, deverá ocorrer a saturação de sua capacidade, com congestionamento (Nível E), sinalizando que deverá ser prevista a sua duplicação.

Para os demais trechos da malha rodoviária considerada, as características físicas existentes serão suficientes para suportar o crescimento do tráfego esperado no horizonte de 20 anos.

#### **4.3.2. Cálculo da Capacidade – Evolução do Tráfego COM Fluxo das Obras**

O cálculo da capacidade futura da rede selecionada considerando os fluxos gerados pelos empreendimentos previstos – Porto do Açú e UTE Porto do Açú – mensurando o seus impactos sobre a rede rodoviária selecionada será estimado a seguir, segundo a mesma metodologia adotada no item anterior.

Conforme foi mencionado na Introdução do presente estudo, a mensuração do impacto do tráfego gerado pela UTE não poderia ser feita sem a consideração dos fluxos do porto. Esses fluxos serão somados aos projetados pelo crescimento normal do tráfego nos trechos de rodovias que compõem a malha selecionada, para cálculo da capacidade e níveis de serviço oferecidos ao longo do período de análise – 20 anos, a partir do início da construção do porto e da UTE.

Os trechos da malha rodoviária serão considerados com os melhoramentos previstos, mostrados anteriormente:

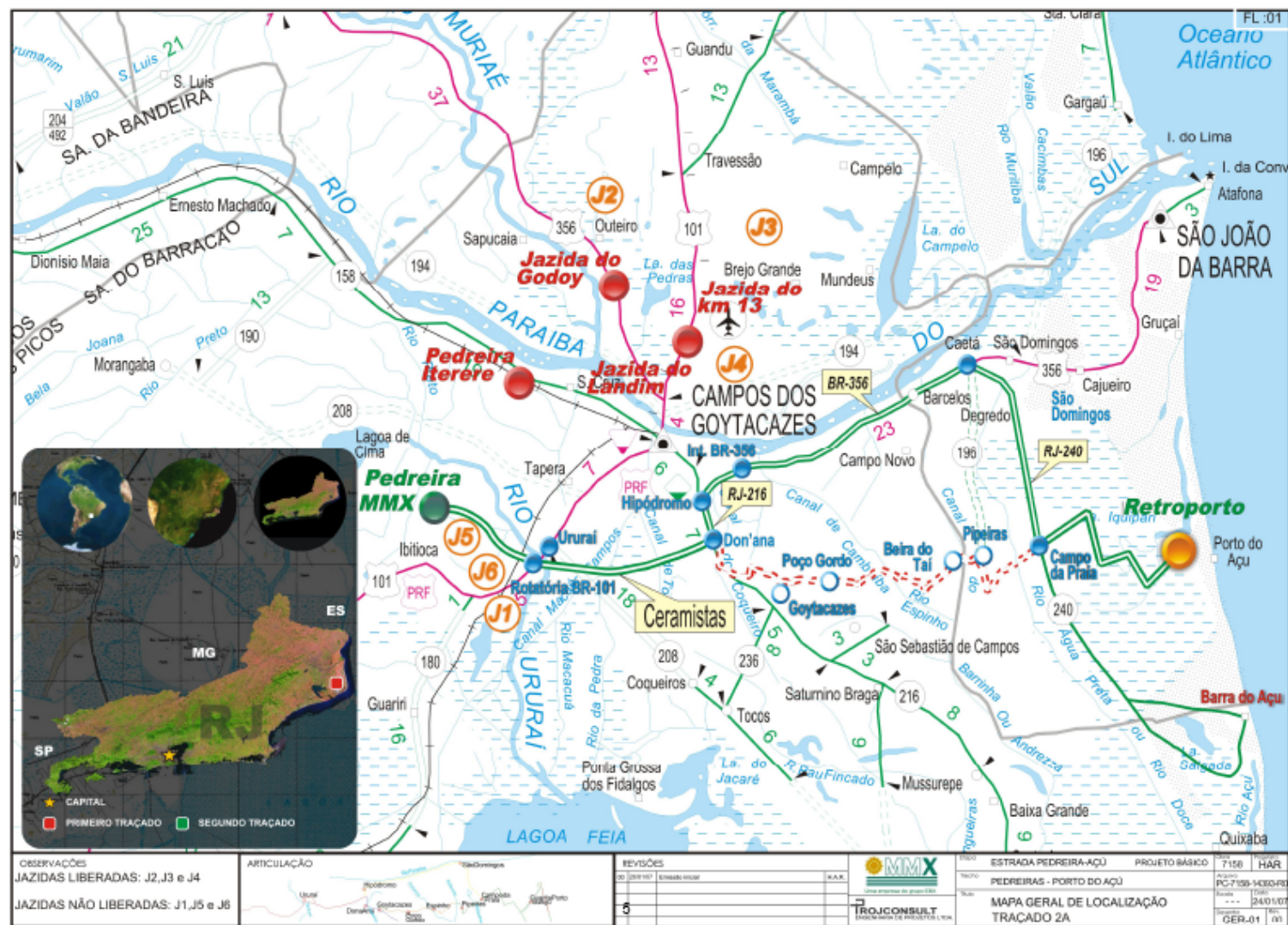
- implantação do trecho em revestimento primário, entre a BR 356 e o Porto do Açú;
- melhoramentos, ampliações e pavimentação de 6 interseções;
- sinalização nos trechos asfaltados existentes.

Segundo os estudos realizados para o Projeto Básico de Engenharia da Estrada Pedreira/Porto do Açú, o período de implantação das obras previstas para a rede viária foi estimado em 5 meses.

Os principais fluxos de tráfego na região durante a construção dos trechos serão:

- Empréstimos de solos e areias: ao longo do trecho de terraplenagem;
- Jazidas de argila: situadas ao longo da BR-101, 20 km antes e após a travessia do Rio Paraíba, utilizando a BR-101, RJ 238, RJ-216, BR 356, e RJ 240.
- Pedreiras (Brita, Concreto Asfáltico, Concreto): na BR-101, gerando fluxos na BR-101, RJ 238, RJ-216, BR-356, RJ 240.
- Asfalto, cimento, madeira (BR-101, RJ 238, RJ 216, Municipais ou BR 356, RJ 240.
- Equipamentos de construção, rodoviários: tratores, pás mecânicas, motoniveladoras, compactadores, caminhões betoneira, caminhões basculantes protegidos com lona, acabadora de asfalto, rolos compactadores.

A figura 4.14 apresenta a rede viária da região estudada com a localização das jazidas identificadas e da pedreira da MMX



Durante a construção da estrada, em virtude das jazidas de materiais se situarem ao longo dos trechos a implantar, atualmente em terra, os fluxos de terraplenagem ficarão praticamente restritos nesses trechos, sem maiores implicações sobre a capacidade dos segmentos pavimentados, hoje existentes.

Todos os trechos que passaram por obras de implantação e pavimentação em revestimento primário estão atualmente abertos ao tráfego (trechos em terra). Em virtude do baixo volume de tráfego apresentado – inferior a 200 veículos / dia, conforme levantamento realizado quando da contagem na Interseção 5 – o movimento de veículos para a construção da estrada não acarretará nenhum impacto nas suas condições de capacidade.

Deve-se mencionar que estão previstas, para os trechos a implantar e também para as obras de melhoramentos programadas para as diversas interseções, medidas de segurança para sinalização do fluxo de veículos, orientando os usuários para os acessos, desvios e direções a tomar quando da execução das obras, utilizando, se for o caso, as estradas vicinais.

#### **4.3.2.1. Fluxos Gerados no Período de Construção e Operação do Porto**

A movimentação prevista para o Porto do Açú será a de exportação de minério de ferro. Como o porto vai receber o minério durante a sua operação comercial por mineroduto, a geração do fluxo de veículos de passageiros e de carga será pequena, já que a operação será totalmente automatizada.

A movimentação de cargas será somente para manutenção das instalações e a de passageiros, restrita ao transporte de um número reduzido de pessoal administrativo operacional, podendo ser considerada incluída na previsão de crescimento do tráfego adotada.

Deve-se lembrar que para os trechos com menor capacidade, entre a BR 356 e o porto, o volume de tráfego tomado como base, em 2007, foi superestimado, e sua projeção suportará com folga esses fluxos.

O maior volume previsto de tráfego gerado pelo porto refere-se à movimentação de caminhões para o transporte de pedras para o enrocamento de proteção e construção do terminal portuário.

Os estudos apresentados no relatório do Projeto Básico mencionado prevêm que para essa movimentação serão empregados caminhões basculantes transportando uma carga útil de 25 t de pedra (aproximadamente um caminhão a cada 3 minutos), desde a pedreira até a área do porto (RJ 238, RJ 216, Br 356, RJ 240, Municipais), em um período de 2 anos, trabalhando 10 horas por dia.

Esse transporte, em um período estimado igual ao de construção do porto, deverá ocorrer após a implantação dos melhoramentos previstos na rede rodoviária selecionada.

Para os fluxos de veículos de carga na fase de construção do porto foram considerados todos os trechos da rede selecionada.

#### **4.3.2.2. Fluxos Gerados no Período de Construção e Operação da UTE**

A UTE de Porto do Açu será construída em terreno contíguo ao do porto, e terá uma capacidade de geração de 2.100 MW de energia.

Será composta de três unidades de geração, com o seguinte cronograma físico de implantação:

- Unidade 1
  - Obras de construção e montagem: 2010 a junho de 2012
  - Início Operação Comercial - Julho 2012
- Unidade 2
  - Defasagem de 6 meses em relação a Unidade 1.
  - Início Operação Comercial - Janeiro 2013
- Unidade 3
  - Defasagem de 6 meses em relação a Unidade 2.
  - Início Operação Comercial - Julho 2013

Estimativa da mão-de-obra empregada nas fases de construção e operação.

- Mão-de-obra na fase de implantação: média de 1500 empregos diretos; pico das obras com 2.500 empregos diretos.
- Canteiro de obras adjacente ao terreno da UTE com alojamento para 1500 funcionários.
- Mão-de-obra na fase de operação – 170 empregos diretos.

A partir do cronograma físico de construção e dos indicativos de empregos apresentados, a tabela abaixo mostra a estimativa da mão-de-obra a ser empregada nas fases de construção e operação da UTE, a partir da sua implementação.



**Tabela 4.19 - Estimativa da mão-de-obra – UTE**

Ano	Construção			Operação	Total
	Un 1	Un 2	Un 3		
2010	500	---	---	---	500
2011	1000	1000	---	---	2000
2012	500	1000	1000	80	2580
2013	---	---	1000	170	1170
> 2014	---	---	---	170	170

A partir dessa estimativa, foram compostos os fluxos de passageiros gerados pela UTE, segundo as premissas a seguir.

- 50% do empregados na fase de construção permanecem nos alojamentos a serem construídos, com capacidade para 1500 empregados.
- Os fluxos gerados pelo restante da mão-de-obra empregada serão considerados agrupados na hora de pico. Para efeitos desse estudo, foi considerado o pico da manhã.
- Estima-se que para minimizar os impactos da implantação da UTE na região e para aumentar a geração de emprego local, haverá um esforço para empregar mão-de-obra do município onde a usina será construída. Dessa forma, prevê-se que os fluxos de deslocamento (casa – trabalho) na hora de pico serão distribuídos:
  - Trabalhadores com origem em São João da Barra – 30%
  - Trabalhadores com origem em Campos – 70%
- Os fluxos na hora de pico da manhã seguirão a distribuição percentual verificada no mesmo horário nas contagens efetuadas nos postos de contagem volumétrica da região – 60% no sentido predominante e 40% no sentido de menor volume de tráfego.
- A distribuição dos fluxos de passageiros entre os meios de transporte foi assim considerada, com base em outros empreendimentos de grande porte no Rio de Janeiro (COMPERJ, por exemplo):
  - Ônibus (com capacidade para 30 passageiros) – 90% das viagens.
  - Carro de passeio (fator de ocupação de 1,3) – 10% das viagens.

Os trechos rodoviários que deverão suportar os fluxos previstos para passageiros serão os da BR 356, RJ 240 e vias municipais de São João da Barra.

Com relação aos fluxos de carga rodoviária gerados pela construção e operação da UTE, serão considerados apenas os relativos ao período de implantação da usina, estimados em cerca de 5 caminhões/hora, por sentido, para cada unidade (10 caminhões/hora nos dois sentidos de tráfego), com capacidade útil de 15 t, no período de 10 horas por dia.

Na fase de operação, os insumos para a produção de energia – carvão por exemplo – serão recebidos pelo porto e transferidos à usina por meio de esteiras, tornando praticamente nulas as movimentações de carga por via rodoviária. A exemplo do Porto do Açu, os fluxos rodoviários serão desprezíveis, restritos a cargas para manutenção das instalações da usina, podendo ser considerados incluídos na previsão de crescimento do tráfego adotado para os trechos da malha selecionada.

Para os fluxos de veículos de carga na fase de construção da UTE foram considerados todos os trechos da rede selecionada.

#### 4.3.2.3. Cálculo da Capacidade e Níveis de Serviço

Para o cálculo da capacidade e dos níveis de serviço nos diversos trechos da rede rodoviária selecionada, considerando-se a implantação da UTE e do Porto do Açu, é necessária a estimativa, a partir das considerações feitas nos itens acima, dos fluxos gerados nas fases de construção e operação desses empreendimentos.

A tabela abaixo apresenta a estimativa dos fluxos de caminhões para os anos de implantação dos projetos.

**Tabela 4.20 – Estimativa dos Fluxos de Caminhões – Fase de Construção do Porto e da UTE**

(em caminhões/hora)					
Ano	Porto	UTE Un 1	UTE Un 2	UTE Un 3	Total
2009	40	---	---	---	40
2010	40	10	---	---	50
2011	---	10	10	---	20
2012	---	10	10	10	30
2013	---	---	---	10	10

Nota: considerada a movimentação nos dois sentidos, constante durante as 10 horas por dia.

Com relação aos fluxos de passageiros, as estimativas dos fluxos de automóveis e ônibus são apresentadas na tabela abaixo, considerando os dados da Tabela 4.19 e considerações já antes apresentadas.

**Tabela 4.21 – Estimativa dos Fluxos de Automóveis e Ônibus – Fase de Construção e Operação**

Ano	Com origem/destino em S. J. da Barra		Com origem/destino em Campos	
	Automóveis	Ônibus	Automóveis	Ônibus
2009	10	5	22	10
2010	38	15	90	35
2011	50	20	128	45
2012	22	8	50	20
2013	5	2	10	5

Os fluxos considerados para avaliar os impactos nos níveis de serviço das vias de interesse, são os mostrados na tabela abaixo.

**Tabela 4.22 – Fluxos para Avaliar os Níveis de Serviço para os Trechos Considerados**

Ano	RJ 238			RJ 216			Av. Kennedy			Pres			BR 356			RJ 240		
	Auto	Oni	Cam	Auto	Oni	Cam	Auto	Oni	Cam	Auto	Oni	Cam	Auto	Oni	Cam	Auto	Oni	Cam
2010	-	-	50	-	-	50	-	-	50	22	10	50	32	15	50			
2011	-	-	20	-	-	20	-	-	20	90	35	20	128	50	20			
2012	-	-	30	-	-	30	-	-	30	128	45	30	178	65	30			
2013	-	-	10	-	-	10	-	-	10	50	20	10	72	28	10			
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5	-	15	7	-			

Conforme pode ser visto na tabela acima, os anos de 2010 e 2012 são críticos em relação ao tráfego. O primeiro, porque ainda há um forte tráfego de caminhões decorrentes das obras de enrocamento de proteção ao porto, estimado em 40 caminhões, nos dois sentidos de tráfego, na hora de pico. O segundo, 2012, quando é atingido o pico da movimentação de veículos associados às obras da UTE.

Assim, os níveis de serviço nos trechos da rede selecionada serão testados apenas para esses dois anos, pois, se neles não houver saturação de capacidade, os trechos suportarão todo o tráfego gerado pelas obras da UTE, sem os problemas operacionais delas decorrentes.

Para os acréscimos de tráfego previstos nos fluxos atual e projetados para os trechos rodoviários analisados, foram elaboradas análises para verificação do seu impacto nos seus níveis de serviço (capacidade) dos diversos trechos, para os anos considerados.

As tabelas a seguir apresentam os valores de referência de SFi calculados para os diversos segmentos, nas novas condições de tráfego, e os níveis de serviço estimados para os anos de 2010 e 2012.

**Tabela 4.23 - Valores calculados de SFi - 2010**

Nível de Serviço	SFi	SFi	SFi	SFi	SFi
	RJ 238	RJ 216	Av. Kennedy	BR 356	RJ 240
A	194	265	252	244	68
B	363	514	484	471	114
C	590	835	786	765	185
D	1006	1381	1312	1269	301
E	1640	2251	2139	2069	628

**Tabela 4.24 – Níveis de Serviço - 2010**

RJ 238		RJ 216		Av. Kennedy		BR 356		RJ 240	
Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS
250	B	1099	D	649	C	737	C	115	C

Para o ano de 2010, comparativamente aos dados mostrados na Tabela 4.18 (tráfego projetado SEM os empreendimentos considerados), os fluxos estimados para a UTE e para o Porto do Açu somente alteram os níveis de serviço da RJ 238 e da RJ 240, que passam, respectivamente, de A para B e de A para C.

Essa condição, no entanto, ainda assegura bons níveis de trafegabilidade para os trechos (crítico se atingir o nível E). Nos demais trechos analisados, os níveis de serviço se mantêm inalterados.

**Tabela 4.25 - Valores calculados de SFi - 2012**

Nível de Serviço	SFi	SFi	SFi	SFi	SFi
	RJ 238	RJ 216	Av. Kennedy	BR 356	RJ 240
A	200	269	257	248	101
B	376	522	496	480	182
C	610	848	806	781	296
D	1037	1401	1342	1300	500
E	1691	2284	2187	2119	1043

**Tabela 4.26 – Níveis de Serviço - 2012**

RJ 238		RJ 216		Av. Kennedy		BR 356		RJ 240	
Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS	Vhp	NS
242	B	1143	D	665	C	897	D	273	C

Para o ano de 2012, novamente tomando-se como comparação os dados mostrados na Tabela 4.18, constata-se que os fluxos adicionais gerados pela UTE e pelo Porto do Açu alteram os níveis de serviço da BR 356 e da RJ 240, que passam, respectivamente, de C para D e de A para C.

Tal como o verificado para 2010, essa condição ainda assegura boas condições operacionais para os trechos (situação crítica se atingir o nível E). Nos demais trechos analisados, os níveis de serviço se mantêm inalterados.

Os fluxos gerados por veículos de passageiros (para o transporte de funcionários) e de carga (para execução de serviços gerais de manutenção e de abastecimento) serão absorvidos pelo crescimento esperado do tráfego normal da região.

Deve-se mencionar novamente a necessidade de obras de duplicação para o trecho da RJ 216, que tem previsão de atingir o nível E (congestionamento) em 2021, mesmo sem a adição do tráfego gerado pela implantação da UTE e do Porto do Açu.

## **5. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO – REDE RODOVIÁRIA**

Neste Capítulo será feita uma descrição resumida das intervenções previstas para a rede rodoviária selecionada e os projetos desenvolvidos, além da apresentação de algumas considerações sobre o processo de implantação das intervenções.

As informações aqui prestadas foram baseadas integralmente no Relatório do Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

Informações mais detalhadas sobre a concepção do projeto e sobre detalhes técnicos dos estudos desenvolvidos podem ser obtidas no trabalho citado.

### **5.1 DESCRIÇÃO RESUMIDA DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS**

#### **5.1.1 Trechos Existentes**

O trecho de 32,8 km, hoje asfaltado e em bom estado, corresponde a 11,7 km da Rj 238, a 6,3 km da RJ-216 / Av. Pres. Kennedy e a 14,8 km da BR 356. Nesses trechos estão previstas melhorias na sinalização, onde necessário.

#### **5.1.2 Trecho a Implantar**

Os trecho Caeté - Campo da Praia e daí até o Porto do Açu, numa extensão de 25,8 km, será constituído por aterro, de areia e argila, com baixa altura ( $h = 1,00$  m) sobre o terreno arenoso e plano, onde está prevista pavimentação em revestimento primário. A pista revestida terá 7,0 m de largura, com acostamentos de 1 metro.

Na escolha do traçado para esse trecho foram consideradas premissas importantes:

- Minimizar as alturas dos aterros;
- Criar e melhorar as interseções necessárias;
- Utilizar a faixa estradal dos caminhos existentes (raios de curvatura);
- Evitar os aglomerados urbanos;
- Manter o *greide* acima da enchente decamilenar.

### 5.1.3 Interseções

O estudo do Projeto Básico desenvolvido pela PROJCONSULT adotou, nas propostas de intervenção nas interseções, projetos cuja concepção viabilizam sua implantação sem a interrupção de tráfego, minimizando assim os impactos ao meio ambiente local.

As interseções da foram devidamente avaliadas em conjunto com o DNIT e DER-RJ e incorporadas ao Projeto Básico. As intervenções programadas prevêem:

- Ampliação e melhoramentos em interseções existentes e construção de novas no trecho a implantar.
- Remoção do pavimento existente, recapeamento e pavimentação nova com CBUQ.

Abaixo estão resumidas as interseções do projeto.

- BR 101 com RJ 238

Para o trevo de acesso na BR 101 está prevista sua ampliação da interseção executada no entroncamento da RJ 238 (Ceramistas) e BR 101-RJ (projeto em julho de 2004).

A premissa básica da ampliação da interseção é facilitar o acesso dos caminhões que utilizam a BR 101 e se dirigem para a área do projeto, como também os provenientes da Pedreira da MMX.

- RJ 238 com RJ 216 (rotatória Donana), e
- RJ 216 com av. Pres. Kennedy (rotatória Hipódromo)

As rotatórias de Donana e do Hipódromo são, atualmente, rótulas modernas do tipo vazado, que admitem fluxo preferencial no sentido da RJ 216.

A solução adotada para estas rotatórias é a sua transformação para o tipo não vazado, diminuindo assim a preferência dos fluxos na RJ 216, facilitando a entrada e saída de caminhões.

- BR 356 com RJ 240 (rotatória Caetá)

Na BR 356, com a RJ-240 na altura de Caetá, não existe nenhum tipo de entroncamento estruturado. Sendo assim, dado o volume de tráfego da BR 356, foi prevista a construção neste local de uma rótula moderna do tipo vazado, que não necessita da interrupção do fluxo da BR 356 para sua execução.

- Trecho entre a BR 356 e Porto do Açú (Rotatória Campo da Praia e SB 24)

Dado o baixo fluxo de veículos verificado na região, optou-se pelo dimensionamento de duas rótulas modernas, seguindo a metodologia de dimensionamento aprovada pelo DNIT.

## **5.2 PROJETOS**

### **5.2.1 Projeto Geométrico**

Segundo o estudo do Projeto Básico desenvolvido pela PROJCONSULT, a rede rodoviária selecionada apresenta boa geometria, podendo atender adequadamente o fluxo de caminhões pesados previsto para a época da construção do porto. Como já mencionado, essa rede rodoviária foi também considerada neste estudo para atendimento aos fluxos gerados pela UTE.

A altimetria existente apresenta-se extremamente suave ao longo do trecho entre a BR 356 e a área do porto, sendo a elevação do *greide* necessária apenas em virtude da cota de máxima cheia. Nesse trecho, as plataformas empregadas terão duas faixas de rolamento e acostamentos.

O principal tráfego gerado na fase de construção da infra-estrutura será o de transporte de material rochoso para o enrocamento do porto, com duração prevista para 2 anos. O transporte será feito por caminhões com capacidade para 25 toneladas, com uma frequência de 10 caminhões por hora, durante 10 horas por dia.

Ainda de acordo com os estudos realizados, além desse fluxo de tráfego de natureza especial, mas constante durante dois anos, o transporte de carga considerado padrão, para as fases de construção e operação do porto, será realizado por caminhões trucados com capacidade de 15 t. Esse padrão foi também adotado para as fases de construção e operação da UTE de Porto do Açú.

Para o atendimento às condições de transporte e veículos estabelecidas, os estudos do Projeto Básico definiram que trecho a ser implantado terá suas características enquadradas na Rodovia CLASSE IV, da classificação do DNIT.

- Velocidade Diretriz do Projeto: 60 km/h;
- Raio Mínimo de Curva Horizontal: 110 m;
- *Greide* Máximo: 6 %;
- Distância Mínima de Visibilidade de Parada: 75 m;
- Largura da pista de rolamento: 7,00 m;

A Classe IV tem sua adoção recomendada para os casos em que o VMDA, na data de abertura da rodovia ao tráfego, apresente valores próximos a 200 veículos.



### **5.2.2 Projeto de Terraplenagem – Trecho BR 356 ao Porto/UTE**

Os estudos geotécnicos desenvolvidos para o Projeto Básico da Estrada de Ligação Pedreira – Porto do Açu, Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007, abrangeram pesquisa de solução para aterros, para pavimentação e para as fundações das obras de arte especiais.

Ao longo do traçado definiram-se empréstimos em número suficiente à movimentação dos aterros exigidos, o mesmo ocorrendo em relação às jazidas de terra e pedreira.

As jazidas indicadas encontram-se em ambas margens do rio Paraíba do Sul, conforme abaixo (ver figura 4.14):

- J1 - Jazida da Polícia Rodoviária - à margem da BR 101, distando 10 km ao sul de Campos.
- J2 - Jazida do Godoy – à margem da BR 356, distando aproximadamente 10 km ao norte de Campos.
- J3 - Jazida do km 13 - à margem da BR 101, distando aproximadamente 20 km ao norte de Campos.
- J4 - Jazida do Landim - à margem da BR 101, distando aproximadamente 15 km ao norte de Campos.
- J5 - Jazida da Pedreira - à margem do acesso para a Pedreira da MMX, distando aproximadamente 4 km da BR 101.
- J6 - Jazida do Bueiro - à margem da BR 101, distando aproximadamente 8 km ao sul da rótula de Ururaí.

A pedreira indicada no Projeto é a Pedreira MMX, distando ao norte 4 km da Pedreira Mar Brasil e mais 5 km até a BR 101, pelo acesso previsto.

Com relação aos areais, o estudo do Projeto Básico identificou locais disponíveis ao longo da BR 356 e do Rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Campos dos Goytacazes.

O projeto prevê que nos aterros do trecho a ser implantado, a terraplenagem corresponderá aos últimos 0,60 m do terrapleno. No caso dos cortes, ao se atingir a cota de terraplanagem acabada, o material encontrado, caso não atenda às indicações anteriores, deverá ser removido (corte em caixão) até uma

profundidade de 0,60 m, sendo o rebaixo obtido preenchido com o material especificado, espalhado e compactado (95% do PN) em camadas de no máximo 0,20 m.

Os volumes dos aterros foram calculados separando-se os volumes de corpo de aterro do volume do acabamento de terraplenagem, cuja espessura é de 1 m. Desta forma pode-se selecionar os materiais destinados a estes aterros.

Os materiais destinados a acabamento de terraplenagem provem em sua maioria de escavações ao longo do percurso da rodovia, dadas as características geotécnicas adequadas.

A distribuição dos materiais de aterro obedecerá ao plano de execução da terraplenagem. O destino dos materiais escavados foi escolhido, sempre que possível, de modo a permitir o transporte no sentido descendente das rampas ou mesmo no sentido ascendente.

Os estudos do Projeto Básico estabelecem que o material arenoso necessário aos aterros ao longo da RJ 240 e vias municipais será retirado da escavação das valas laterais ao corpo estradal e usado como bota-dentro nas primeiras camadas de seção transversal do aterro após o que, será recoberto por material argiloso proveniente das jazidas indicadas.

### **5.2.3 Projeto de Drenagem**

A elaboração do Projeto de Drenagem considerou os seguintes elementos:

- Estudos Hidrológicos;
- Levantamento topográfico e cadastral da rodovia;
- Inspeção visual da rodovia por técnicos da empresa;
- Projeto Geométrico;
- Álbum de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem - DER (1982).

Os Estudos Hidrológicos definiram as seções das obras de arte especiais e correntes bem como a drenagem, apoiados nos levantamentos e no projeto geométrico realizados.

O dimensionamento e posicionamento do novo sistema de drenagem a implantar, procurou aproveitar, quando possível, as obras já existentes.

### **5.2.4 Projeto de Pavimentação**

- Trecho Caeté/Campo da Praia/Porto do Açú

A terraplenagem será feita em camadas de areia proveniente da escavação com bota-dentro das valas de drenagem e material argilo-arenoso transportado da jazida.

A camada final do aterro terá espessura mínima de 40 centímetros de argila a partir da qual prosseguirá a pavimentação, prevista com 20 cm de revestimento primário de cascalho laterítico proveniente das jazidas indicadas.

- Rotatórias Donana, Hipódromo, Caeté e Campo da Praia

A partir da camada final de aterro será implantada a pavimentação, prevista com base de brita graduada e revestimento de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

O pavimento será dimensionado conforme o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT.

**Tabela 5.1 – Pavimento nas Interseções**

<b>Camada</b>	<b>Espessura nos segmentos (cm)</b>	<b>Espessura nas rótulas (cm)</b>
Revestimento (CBUQ)	7,5	7,5
Base (brita graduada)	25,0	25,0
Cascalho laterítico	40,0	40,0

Fonte: Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007.

#### **5.2.4 Projeto de Sinalização**

O Projeto de Sinalização seguiu as especificações e normas em vigor do DNIT e DER-RJ, verificando-se dentre os projetos tipo, aqueles mais adequados às situações “durante” e “após” a obra da estrada.

Segundo os estudos efetuados, a elaboração do projeto buscou a otimização dos aspectos de segurança, fornecendo ao usuário um conjunto de informações para o correto percurso do tráfego.

O projeto de sinalização foi concebido em duas etapas - implantação da rodovia e operação para implantação do Porto do Açu (e da UTE).

### **5.3 MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES PREVISTAS**

De acordo com o Relatório do Projeto Básico de Engenharia da Estrada de Ligação Pedreira / Porto do Açu – Traçado 2A, elaborado pela empresa PROJCONSULT Engenharia de Projetos Ltda para a MMX: Minas – Rio Mineração e Logística Ltda, em abril de 2007, as intervenções previstas de construção de trechos e de implantação e modificação das interseções foram planejadas para minimizar os impactos sobre a região afetada pela rede viária, e podem ser vistas no estudo citado.

De uma forma resumida, as principais intervenções a cuidar na etapa de construção de estrada, por acarretarem impactos, são as atividades de terraplenagem, drenagem e pavimentação em revestimento primário. A minimização de tais impactos deve ser obtida, atuando-se tanto nas fases de projeto quanto durante a construção.

As execuções da terraplenagem e do revestimento primário envolvem processos de corte e aterro do solo visando o preparo do terreno para a infra-estrutura a ser lançada. Caixas de empréstimos, bota-foras, exploração de jazidas e pedreiras, carga e transporte do material apropriado para o local de destino, são processos associados à essa etapa.

Os principais fluxos de tráfego na região durante a construção dos trechos serão:

- Empréstimos de solos e areias: ao longo do trecho de terraplenagem
- Jazidas de argila: situadas ao longo da BR-101, utilizando a BR-101, RJ 238, RJ-216, BR 356 e RJ 240.
- Pedreiras (Brita, Concreto Asfáltico, Concreto): na BR-101, gerando o fluxo BR-101, RJ 238, RJ-216, BR-356, RJ 240.
- Asfalto, cimento, madeira, na BR-101, RJ 238, RJ 216, Municipais ou BR 356, RJ 240.
- Equipamentos de construção, rodoviários: tratores, pás mecânicas, motoniveladoras, compactadores, caminhões betoneira, caminhões basculantes protegidos com lona, acabadora de asfalto, rolos compactadores.
- Pedras para enrocamento, na RJ 238, RJ 216, Br 356, RJ 240, Municipais.

O cuidadoso estudo do percurso a ser operado, evitando-se ao máximo as comunidades da região e a correta sinalização do trajeto do equipamento que irá trafegar na rodovia, minimizarão os impactos do tráfego gerado sobre a região.

Durante a construção da estrada será adotada sinalização provisória específica, obedecendo aos os padrões estabelecidos para este fim nas instruções do DNIT.

As vias do trajeto bem como as travessias até os locais dos empréstimos, jazidas, bota-foras, pedreiras, usinas, e demais frentes de serviço, deverão ser intensamente sinalizadas para se alertar os pedestres e motoristas, do tráfego de caminhões e máquinas pesadas.

Todos estes fluxos em trabalho contínuo serão devidamente sinalizados, orientando os usuários para os acessos, desvios e direções a tomar.

Quando previsto bloqueio parcial ou total do tráfego em determinado logradouro, a construtora irá acionar o órgão competente no sentido de que sejam autorizadas as providências necessárias.

Cuidados especiais deverão ser tomados com o acondicionamento das cargas, sendo obrigada a cobertura de lona em todos os veículos transportando argila, concreto asfáltico, areia e brita.

As caçambas e carrocerias transportando cargas expostas para fora do veículo, deverão ser devidamente sinalizadas.

O material arenoso necessário aos aterros ao longo da RJ 240 será retirado da escavação das valas laterais ao corpo estradal e usado como bota-dentro nas primeiras camadas de seção transversal do aterro após o que, será recoberto por material argiloso proveniente das jazidas indicadas.

O pessoal que irá operar os equipamentos e os caminhões durante a fase de construção, deverá ser submetido à rigoroso programa de conscientização tendo em vista as comunidades da região. Além disso deverá ser aperfeiçoado na prática de direção defensiva.

O prazo previsto para a implantação das intervenções previstas para a rede selecionada foi de 5 meses, após o que estará pronta para o fluxo de caminhões que transportarão as pedras necessárias à construção do enrocamento do porto, ao longo de 24 meses, e os insumos necessários à construção das instalações da UTE e do porto.

## **6. PONTE DE ACESSO À UTE PORTO DO AÇU**

A implantação da UTE Porto do Açu está prevista no Plano de Zoneamento Portuário do Porto do Açu, na Zona Industrial definida.

O plano viário da Zona Industrial prevê a ligação da área da UTE com a área do terminal portuário por uma via de circulação interna, onde deverá ser construída uma ponte sobre a Lagoa de Iquipari. Através dessa ligação será feito o acesso à usina no período de construção.

### **6.1 Características da via - Tráfego**

A ligação de acesso à UTE tem 4,75 km, contados entre o limite da área da usina à via de acesso sul da Zona Industrial, contígua à retroárea da MMX. A delimitação da extensão da ligação para acesso à UTE ao seu entroncamento com a via de acesso sul, na retroárea do porto, foi definida por estar a via de acesso contida no estudo de implantação do porto.

A via projetada, parte do sistema viário interno à Zona Industrial, tem plataforma de 7 m, com 2 pistas de 3,5 m cada, com 1 m de acostamento em cada lado. A via deverá ser pavimentada com pavimento flexível, com capacidade de suporte compatível com as características do tráfego previsto.

Está prevista a construção de ponte para a transposição da lagoa de Iquipari, dentro da Zona Industrial.

Não são previstos problemas com relação à capacidade da via. Na fase de operação, o tráfego deverá ser reduzido, interno à Zona Industrial, restrito às necessidades administrativas e de manutenção da usina.

Na fase de construção, o fluxo de caminhões e de veículos de passageiros, anteriormente dimensionado, também não deverá trazer problemas de capacidade.

### **6.2 Condicionantes de Natureza Geotécnica**

A região onde será implantada a diretriz da via é predominantemente constituída por solos fortemente arenosos, porém em setor de restinga constituído também por setores intracordões com lençol subaflorante (áreas alagáveis).

A área que margeia a lagoa de Iquipari é constituída de terrenos alagadiços. Com o mapeamento preciso da área será possível após campanha de investigação, prever a capacidade de suporte na área a ser cruzada pela nova via.

### **6.3 Condicionantes de Natureza Ambiental**

A principal condicionante é a travessia da lagoa de Iquipari, situada aproximadamente no meio da via de acesso à UTE.

Estudos específicos deverão ser realizados para o tratamento adequado dessa travessia .

### **6.4 Projeto Geométrico**

As características da via de acesso já mencionadas permitem o atendimento adequado ao seu tráfego futuro, tanto no período de construção como de operação da UTE.

A altimetria existente apresenta-se extremamente suave ao longo do traçado, sendo a elevação do *greide* necessária apenas em virtude da cota de máxima cheia.

O veículo de projeto será o mesmo considerado na fase de construção da UTE – caminhão trucidado com capacidade de 15 t.

As características geométricas do acesso serão as definidas para aplicação em todo o sistema viário interno à Zona Industrial do Porto do Açú.

### **6.5 Ponte sobre a Lagoa de Iquipari**

A ponte terá aproximadamente 800 m, considerando-se o espelho d'água e as áreas alagadiças.

O cálculo da extensão foi efetuado considerando-se o maior leito sazonal do espelho d'água da lagoa na área da travessia (100 m) e respeitando-se as áreas alagáveis (áreas de “várzea” associadas ao sistema da lagoa, áreas de preservação permanente).

Os trechos de transição em que a via ganha altura para encontrar a ponte deverão ser detalhadamente estudados, com alternativas e análises econômicas e ambientais, a fim de identificar a solução mais apropriada.

Em uma primeira aproximação, estima-se que a ponte, na extensão mencionada, terá 30 m de largura.

Na hipótese preliminar adotada, as principais características geométricas da ponte são :

- Ponte em concreto protendido;
- 8 pilares, com extensão entre os apoios de aproximadamente 100 m;
- Largura do tabuleiro – 30 m, para acomodar, além das pistas de rolamento para o tráfego de pedestres, veículos de passageiros, caminhões e equipamentos pesados, instalações para correia transportadora para o abastecimento de carvão da UTE, dutos e outras utilidades integradas ao porto.

O emprego de concreto protendido aumenta significativamente a resistência da estrutura, permitindo vencer vãos maiores. Em termos gerais, são as seguintes as vantagens técnicas do concreto protendido:

- Reduz as tensões de tração provocadas pela flexão e pelos esforços cortantes;
- Reduz a incidência de fissuras;
- Reduz as quantidades necessárias de concreto e aço, devido ao emprego eficiente de materiais de maior resistência;
- Permite vencer vãos maiores;
- Facilita o emprego generalizado de pré-moldagem, uma vez que a protensão elimina a fissuração durante o transporte das peças

Os cálculos e dimensionamentos deverão ser elaborados em conformidade com as Normas Brasileiras vigentes.

- Características geométricas das estruturas, elevações e seções transversais.
- Carregamentos e materiais utilizados.
- Solicitações máximas.
- Dimensionamento das vigas.
- Cargas nas estacas no encontro.
- Dimensionamento dos aparelhos de apoio.