

## *Monografia de Graduação*

# **ANÁLISE DOS ASPECTOS TÉCNICOS NA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE DUTOS TERESTRES DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL**

**Emmanuel Figueiredo**

**Natal, setembro de 2007**

Emmanuel Figueiredo.

*ANÁLISE DOS ASPECTOS TÉCNICOS NA CONSTRUÇÃO E  
MONTAGEM DE DUTOS TERESTRES DE TRANSPORTE E  
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL.*

Natal – RN

Setembro / 2007

**EMMANUEL FIGUEIRÊDO**

***ANÁLISES DOS ASPECTOS TÉCNICOS NA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE DUTOS  
TERESTRES DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL.***

Monografia apresentada junto á coordenação do programa de recursos humanos da ANP – PRH 14 – da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com intuito á conclusão de trabalho realizado numa indústria SPG.

Orientador:

**Prof. Dr. Osvaldo Chiavone Filho**

**PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS DA ANP - PRH 14  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUIMICA  
CENTRO DE TECNOLOGIA**

Natal – RN

Setembro / 2007

Dedicatória:

Aos meus pais Socorro Ribeiro Figueiredo e Dalvino Figueiredo e amigos, que apesar da ausência que impus a eles para auferir este curso, e do alto da minha esperteza, disseram-me o quanto é importante ter um porto seguro para retornar, reabastecendo as energias, e receber novos incentivos para não desistir dos nossos sonhos.

# Agradecimentos

Primeiramente a DEUS e aos meus pais, que me proporcionaram a vida e o direito de sonhar e conquistar sonhos, através de respeito ao próximo, agindo com humildade, simplicidade e nobreza de caráter.

Ao meu orientador, professor Dr.Osvaldo Chiavone Filho, pela amizade, orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Diretor Comercial Eduardo Barreto e ao Gerente de operações da Bahiagás Eng. Francisco Calmom Bacelar, e ao Técnico Rayeliton Barreto Galliza, pelo apoio, atenção e idéias.

A comissão gestora do PRH-ANP 14: Eduardo Lins de Barros, Jose Romualdo Dantas, Vidal e Afonso Avelino Dantas Neto, pela amizade e dedicação presente em todos os momentos, e pelo compartilhamento de suas experiências, contribuindo para minha formação acadêmica.

À Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP e a UFRN, por incentivar os estudos na área de Petróleo e Gás Natural e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz no curso de Engenharia Química, pelos momentos de aprendizado em conjunto que tivemos.

É natural, mas, não perdoável, que ao agradecer às pessoas que nos apoiaram e contribuíram para o sucesso deste trabalho, esqueçamos de alguém, mas, com certeza vamos cometer este erro, desde já, peço-lhes desculpas.

Muito obrigado.

“Nunca diga às pessoas como fazer as coisas. Diga-lhes  
o que deve ser feito e elas surpreenderão você  
com sua engenhosidade”.

*George Patton*

# Resumo

Energia é um dos fatores decisivos no processo de crescimento e desenvolvimento econômico e industrial de uma nação. Há uma corrida além fronteiras para suprir um mercado demandante de energia. O gás natural surgiu fortemente no Brasil na última década, como fonte alternativa de energia em nível de custo e diminuição do impacto ambiental, substituindo, inclusive a geração de energia hidroelétrica entre outros. Como matéria-prima o gás natural é utilizado há décadas. Passou a ter maior destaque na matriz energética por força da política governamental no sentido de aumentar sua participação na mesma. Contudo esta alternativa não se reduz em facilidades para a implantação e a disponibilização do gás requerido pelo mercado. Existem restrições ambientais, oposição de segmentos da comunidade, carência de mão de obra especializada, parque industrial nacional a quem das necessidades tecnológicas para atender as demandas e novas matérias, além dos exigentes requisitos de planejamento a suporte de capital para fazer frente às inúmeras atividades que envolvem empreendimentos deste porte para implantação de gasodutos terrestres de transporte ou distribuição.

Palavra chave: Gás Natural, Distribuição, Construção e Montagem de Dutos.

# Abstract

Energy is one of the decisive factors in the process of growth and economic and industrial development of a nation. It has a race beyond borders to supply an energy market demandante. The natural gas appeared strong in Brazil in finishes decade, as alternative source of energy in cost level and reduction of the ambient impact, substituting, also the generation of hidroelétrica energy among others. As raw material the natural gas is used has decades. It started to have greater has detached in the energy matrix for force of the governmental politics in the direction to increase its participation in the same one. However this alternative does not scrumble in easinesses for the implantation and the disponibilização of the gas required for the market. Ambient restrictions, opposition of segments of the community, lack of hand of specialized workmanship, national industrial park to who of the technological necessities exist to take care of to the demands and new substances, beyond the demanding requirements of planning the support of capital to make innumerable front ace activities that involve enterprises of this transport for implantation of terrestrial gas-lines of transport or distribution.

## Keywords:

– Natural gas, Distribution, Construction and Assembly of Ducts.

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS E TABELAS .....	11
1 INTRODUCAO .....	12
2 DECISAO DO NEGOCIO .....	19
2.1 Identificação da necessidade .....	19
2.1.1 Levantamento de mercado .....	19
2.1.1.1 Cenário de consumo de Gás natural para os próximos anos .....	19
2.1.2 Plano Diretor .....	20
2.1.3 Orçamento de Investimento .....	20
2.1.4 Estudos de Viabilidade .....	20
2.1.4.1 Técnica .....	20
2.1.4.2 Comercial .....	20
2.1.4.3 Ambiental .....	20
2.1.4.4 social .....	20
3 TECNICAS DE CONSTRUCAO E MONTAGEM DE GASODUTOS TERRESTRES .....	21
3.1 A Norma .....	21
3.1.1 Objetivo da Norma .....	21
3.2 Documentos Complementares .....	21
3.3 Procedimentos Executivos .....	23
3.4 Recebimento Material .....	24
3.5 Licença Para Inicio das Obras .....	26
3.6 Atividades na Construção e Montagem de Gasoduto .....	27
3.6.1 Licença Para Construção .....	27
3.6.2 Equipe de Fiscalização .....	27
3.6.3 Segurança Industrial .....	27
3.6.4 Controle e Qualidade .....	27
3.6.5 Métodos Construtivos .....	28
3.6.6 Locação e Marcação de Faixa de Domínio e da Pista .....	28
3.7 Abertura da Vala .....	29
3.8 Transporte, Distribuição, e Manuseio de Tubos e Outros Matérias .....	32
3.9 Curvamento .....	33
3.9.1 Curvamento Natural .....	33
3.9.2 Tubo Pré – Curvado .....	33
3.9.3 Curva forjada .....	33
3.9.4 Curvas em Gomos .....	34
3.10 Revestimento Externo com Concreto .....	35
3.11 Soldagem .....	35
3.12 Inspeção Para Ensaio Não Destrutivos .....	36
3.13 Revestimento Externo Anticorrosivo .....	36
3.14 Abaixamento e Cobertura .....	37
3.15 Teste Hidrostático .....	37
3.16 Condicionamento .....	38
3.16.1 Esvaziamento .....	38
3.16.2 Pré- secagem .....	39
3.16.3 Limpeza Final .....	39
3.16.4 Secagem .....	39
3.16.5 Inertização .....	39
3.16.6 Montagem e Instalação de Complementos .....	40
3.16.7 Sinalização .....	40

4 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	41
5 GLOSSÁRIO .....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
ANEXOS .....	44
Anexo A : Fotos e Figuras .....	44
Anexo B: Relatório de Estágio .....	50

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Ocorrência de Gás Natural: Associado e Não Associado .....	14
Figura 2 – Composição e Propriedades do Gás Natural. ....	15
Figura 3 – Distribuição de Gás Natural na Bahia .....	16
Figura 4 – Usos do GN: Varias possibilidade de utilização .....	17
Figura 5 – Cenário de consumo de Gás natural para os próximos anos na cidade Salvador.....	18
Figura 6 – Sistema de proteção mecânica e dutos implantados através de métodos destrutivos .....	30
Figura 7 – Escavação em Solos coesivos .....	31
Figura 8 – Escavação em Solos coesivos .....	31
Figura 9 – Marcos de Sinalização .....	40
Tabela 1 – Inspeção para Recebimento de Materiais .....	25
Tabela 2 – Tolerância de Espessura da Parede –K .....	34
Tabela 3 – Fator de Correção para o Efeito da Temperatura .....	38

## 1-INTRODUÇÃO

O gás natural é um hidrocarboneto que ocorre na natureza de duas formas. A sua ocorrência pode se dar juntamente com óleo ao qual se diz que é associado ou rico, ou somente gás quando é dito não associado.

Para que este gás produzido, associado ou não, seja ele transportado dos poços de produção às UPGN's e destas aos pontos de distribuição e consumo, é necessário a construção de longos extensos gasodutos com os mais variados diâmetros e traçados, já que geralmente as bacias sedimentares onde se localizam os campos produtores são normalmente distantes do centro consumidores. Os poços podem estar em locais de difícil acesso, poços *on shore* no meio de matas, por exemplo, ou no mar, poços *of shore*, algumas vezes em águas profundas. A cada dia do óleo e gás natural foi reestruturada no Brasil, após a Construção de 1988 e da Lei nº . 9.478/97, a qual foi “batizada” de Lei do Petróleo.

A exploração, produção, refino do óleo e tratamento do gás ocorre por concessão da ANP (Agencia Nacional do petróleo), aos interessados e vencedores dos leilões de aquisição dos blocos exploratórios que são colocados à venda. Já a distribuição do gás natural, pela mesma lei passou a ser uma atribuição do gás natural, pela mesma lei passou a ser uma atribuição dos Estados os quais de tem o poder concedente e possui agencias reguladoras estaduais para disciplinar a relação serviço x comunidade.

O Petróleo Brasileiro S.A – Petrobras, detém a concessão da grande parte dos blocos exploratórios do país. O GN depois de tratado e especificado conforme determina portaria ANP104/02, é então transferido para unidades internas da própria companhia para geração de eletricidade e vapor ou produção de fertilizantes nas unidades da FAFEN e o excedente é vendido, numa operação que ocorre a partir dos *city-gates*, transação está conhecida comercialmente como transferência e custódia, para as concessionárias estaduais de distribuição de gás natural, as quais então realizam o fornecimento a clientes Industriais, Termoelétricos, Comerciais, Automotivos, Residenciais.

O processo de implantação de um empreendimento para disponibilização do gás natural ao consumidor final muitos milhões de reais seguindo a mesma lógica de Custo x Qualidade x Tempo, tanto para o produtor quanto para o distribuidor. Enquanto o produtor possui gasodutos na sua quase totalidade rural, em matas ou no mar em sistemas *off-shore*, as distribuidoras possuem na sua grande maioria gasodutos urbanos, semi-urbanos e em áreas fortemente industrializadas.

Além do trimônio referenciado acima, as diferenças para identificação das necessidades, planejamento do empreendimento, execução do projeto, especificação e aquisições dos matérias e implantação dos dutos, que seguem normas e códigos de projetos internacionalmente reconhecidos, existem as dificuldades comuns que são as interferências com as outras concessionárias de serviços públicos, órgãos Ambientais (Municipal, Estadual, Federal), Agências reguladoras, negociações com proprietários de terras além de dificuldades técnicas construtivas.

Os empreendimentos relativos á exploração e produção são de inteira responsabilidade das companhias petrolíferas que operam no País, já os gasodutos que constituem a malha de distribuição são de inteira responsabilidade técnica e orçamentária das concessionárias. O gás natural possui relevância e importante participação na matriz energética de vários Países desenvolvidos ou em desenvolvimento: Uzbequistão (78%), Rússia (52%), Reino Unido(35%), Itália(32%), Alemanha(23%), entre outros. A matriz energética é composta por todos os energéticos disponíveis utilizados nos segmentos: Industrial, Comercial, Residencial, Automotivo, Co-Geração (ver figuras). No Brasil, a participação do GN na matriz energética está entre 6 á 8 %. A estimativa do MME – Ministério de Minas e energia é alcançar em 2010, uma parcela e 12%. Para um tanto esforço conjunto, tanto dos produtores, quanto dos distribuidores está em curso no País, para a construção de novos e extensos gasodutos que possibilitam o transporte, desde os centros produtores aos locais de consumo, onde há demanda por gás natural.

Os gasodutos dos poços de produção até as UPGN's são de produção ou transferência, e os gasodutos que interligam essas unidades aos *city gates* são os gasodutos de transporte assim definidos pela portaria ANP 104/02. Os gasodutos a partir dos *city gates* até os pontos de consumo são de distribuição, estes são obrigatoriamente odorizados por determinação daquela portaria, desde que não sejam utilizados como matéria prima.

Para se fazer frente a esse desafio estabelecido, qual seja aumentar a capacidade de transporte e distribuição faz-se necessária uma quantidade expressiva e profissionais qualificados para desenvolvimento dos projetos e construção da infra – estrutura, com visão abrangente das normas e especificações que garantem aos empreendimentos aplicabilidade e segurança operacionais, além de estarem habilitados a trabalhar em toda a cadeia conhecendo o espectro de atuação, suas nuances, abrangências e implicações na execução dos empreendimentos.

# O QUE É O GÁS NATURAL?

É uma mistura gasosa de hidrocarbonetos encontrada na natureza, contendo principalmente metano e etano.

É incolor, inodoro e não-tóxico.

## ORIGEM DO GÁS

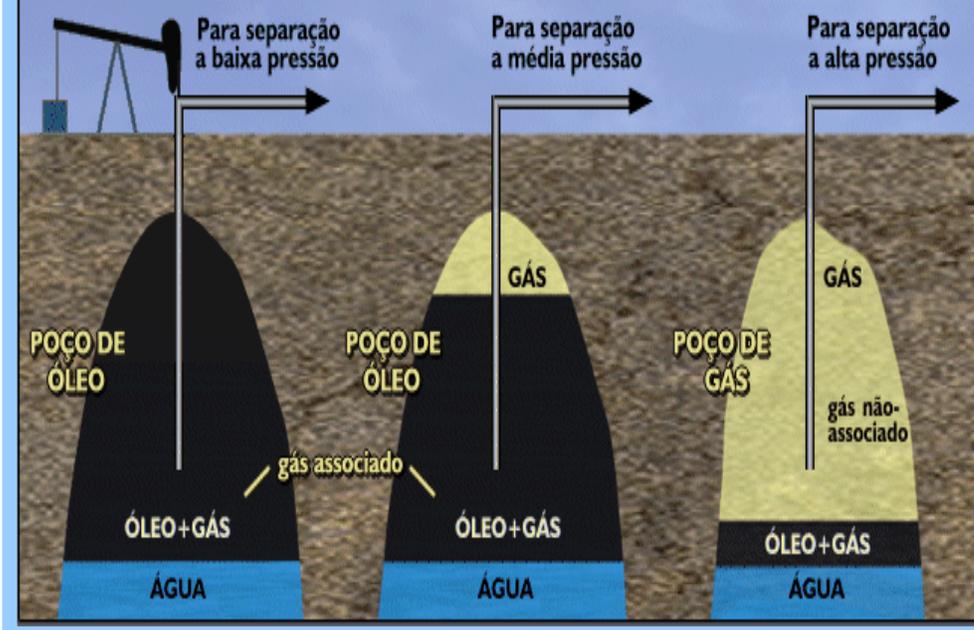


Figura 1: Ocorrência de Gás Natural:  
Fonte: Bahiagas

## COMPOSIÇÃO TÍPICA DO GÁS

COMPONENTE	% VOLUME
• Metano	88,82
• Etano	8,41
• Propano+	0,55
• Nitrogênio	1,62
• Dióxido de Carbono	0,60

### ALGUMAS PROPRIEDADES:

• Densidade Relativa ao ar	0,62
• Poder Calorífico Superior (Kcal/m <sup>3</sup> )	9.400
• Poder Calorífico Inferior (Kcal/m <sup>3</sup> )	8.500

Condições de Referência: T=20°C e P=1 atm

Figura 2: Composição e Propriedades do Gás.  
Fonte: Bahiagas

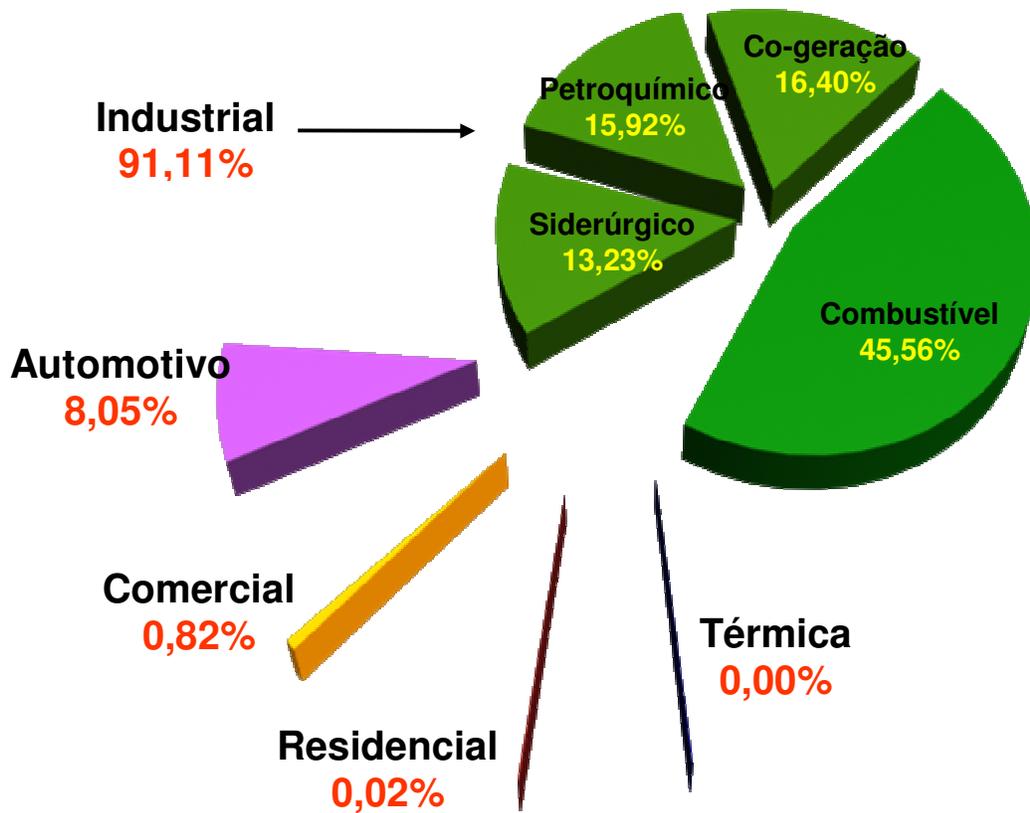


Figura 3: Distribuição de Gás Natural na Bahia.

Fonte: <<http://www.bahiagas.bg>

Acesso em 20/03/2007

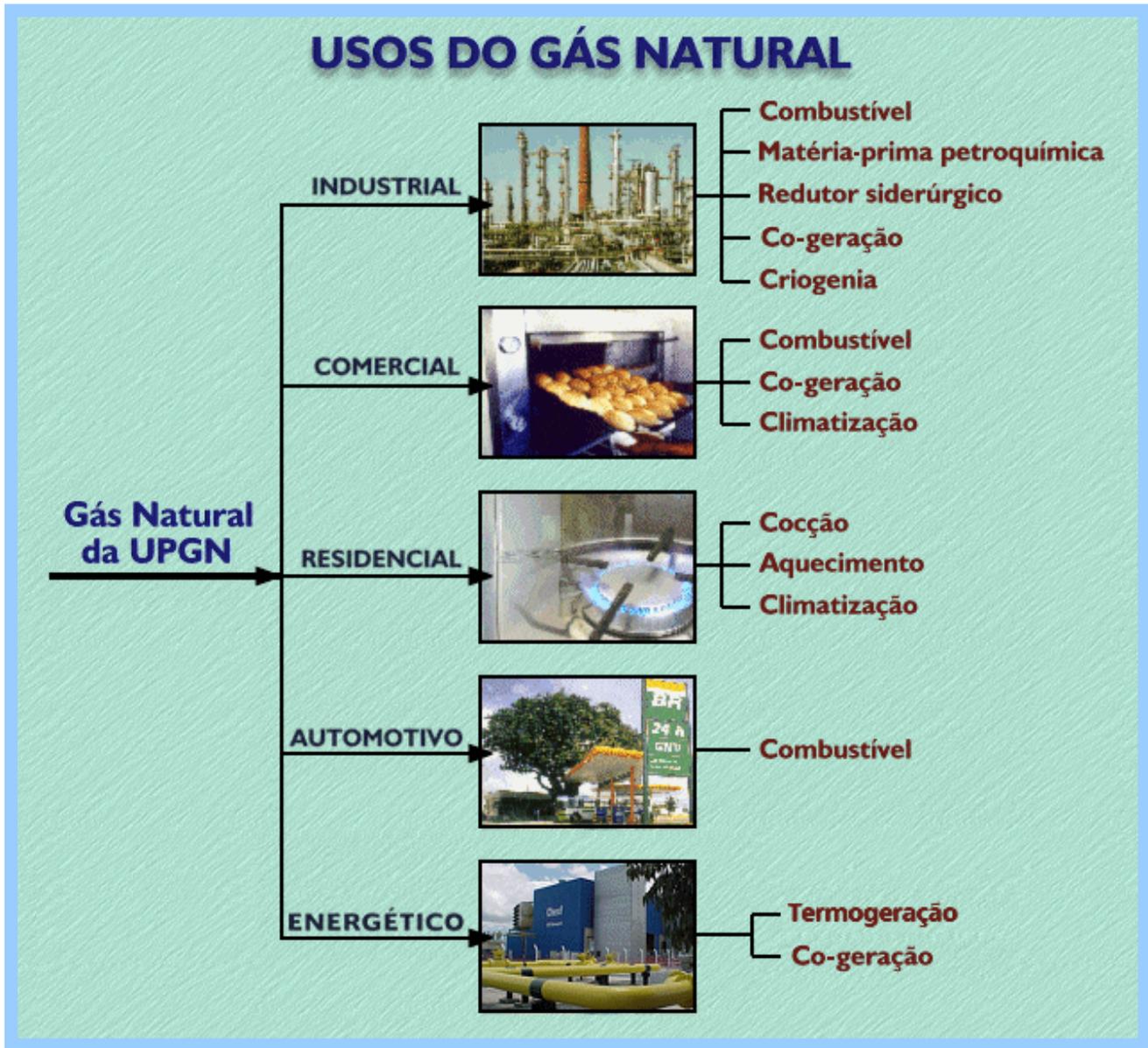


Figura 4: Usos do GN: Varias possibilidade de utilização  
 Fonte: Bahiagas.



**Cenário de consumo de Gás natural para os próximos anos na cidade Salvador**  
**Fonte :BahiaGás**

## **2 – DECISAO DE NEGÓCIO**

Este é o primeiro passo para se iniciar o empreendimento. Sem a sinalização a Alta Diretoria da Companhia e dos Sócios sobre o interesse em investir em determinado empreendimento para transporte ou distribuição de gás natural, não há por que discorrer sobre o negocio. Uma vez havendo a sinalização, então todo este processo tomara forma.

### **2.1 Identificação da necessidade**

Este aspecto possui uma relação ampla entre o mercado e os interesses da Companhia. Determinado segmento de mercado pode ser economicamente interessante em determinado momento, porem estrategicamente para a Companhia pode não ser interessante sinalizar a possibilidade de atendimento na expectativa do mercado, por varias razoes: Capacidade de oferta e produto, dificuldades construtivas num certo período, distancias das estações de distribuição; outra possibilidade pode ser o interesse estratégico da companhia em atender um segmento especial, p. ex., a Termelétrica ou Co- geração.

A perfeita identificação de onde atuar e como atuar, conjuntamente com o levantamento de mercado é condição primordial para uma perfeita composição de um plano de investimento e a construção e montagem de uma arquitetura e rede para transporte e distribuição com diâmetros de dutos que alcance um cenário futuro de aumento de demanda com segurança e custo viáveis as expectativas prospectadas, evitando as companhias novos investimentos em áreas que já existam dutos em operação.

#### **2.1.1 Levantamento de Mercado.**

Nesta etapa é fundamental, pois das informações, colhidas no mercado, nas agencias e fomento, Secretaria de Industria e comercio, prefeituras, etc. serão determinante para o dimensionamento da rede a ser implantada, com os conseqüentes recursos necessários para tal. Outra emanção desta atividade é o caminhamento que será dado a linha de tronco, já que quanto mais próximos estiverem dos centros consumidores, menores serão os aportes de capital para o escoamento de um mesmo volume a ser distribuído.

É importante durante o levantamento de mercado, sejam identificados os clientes em cada trecho proposto de expansão da rede. Durante esta fase serão identificadas as áreas saturadas com possibilidade de viabilizar investimentos.

Linha tronco: linha que opera com alta pressão, geralmente com 20 a 50 Kgf/cm<sup>2</sup>, integrando “Estações de recebimento de gás dos *“city gates”* ate estações intermediarias dentro de áreas urbanas.

##### **2.1.1.1 Cenário de consumo de Gás natural para os próximos anos.**

Após identificação de um mercado potencial, nas áreas prospectadas, o próximo passo é estimar o crescimento de clientes a cada região por segmento. Isto poderá ser feito avaliando-se o plano diretor da cidade, o crescimento do PIB local em cada segmento, novas tecnologias que possam incrementar a utilização do gás. A avaliação passa por: Identificar o crescimento imobiliário, industrial, automotivo e comercial. Uma tendência importante que não deve ser esquecida `e a utilização do gás natural em substituição a outros energéticos como fonte de geração de energia termelétrica e refrigeração.

### **2.1.2 Plano Diretor**

O plano diretor, é a reunião e projeção do conjunto de ações previstas para, no mínimo, os próximos cinco anos, que devera seguir uma lógica de crescimento físico da rede, aliada ao levantamento de mercado e ao plano estratégico da Companhia. Este conjunto de informações identifica o montante necessário e as demandas para as áreas de Pessoal, Projeto, Suprimentos, Obras, Fianças e Meio Ambiente.

### **2.1.3 Orçamento de Investimento**

O orçamento quinquenal na bahiagas é elaborado a partir da montagem de uma planilha onde se identifica os empreendimentos a serem desenvolvidos e o montante a ser aplicado anualmente em cada um deles. Esta tabua de investimentos para cada empreendimento que um plano de diretor da Companhia, são justificados a partir de análise econômica com apresentação da taxa interna de retorno individual e global.

A partir da definição dos investimentos verifica-se a necessidade da infraestrutura necessária para que os empreendimentos sejam operáveis e para dar suporte ao conseqüente crescimento de atividades, envolvendo, portanto a análise dos recursos humanos e matérias necessários para os cinco anos em questão.

### **2.1.4 Estudos de Viabilidade**

Visam compor um único documento com todas as avaliações que interagem para o empreendimento ocorrer.

#### **2.1.4.1 Técnica:**

Proporciara como resultado, um orçamento que e feito a partir da identificação das dificuldades construtivas detectadas, capacidade de escoamento, demandas e requisitos de segurança exigida pelo empreendimento e códigos de projetos e Segurança da Companhia.

#### **2.1.4.2 Comercial:**

A avaliação comercial fornecera, com base nos custos emanados da avaliação técnica, a resposta sobre a viabilidade de atendimento, ou em que bases comerciais serão possíveis faze-lo.

#### **2.1.4.3 Ambiental:**

Nesta avaliação o foco é tanto o empreendimento, em função dos prazos de licenças e anuências como também sobre o impacto negativo que o mesmo terá sobre o meio ambiente e quais recomendações deverão ser estabelecidas para se adequar, amenizar ou evitar o dano ambiental.

#### **2.1.4.4 Social:**

É uma constatação nas Organizações e preocupação coma avaliação sobre os impactos e benefícios que os empreendimentos provocam à sociedade. Esta avaliação possui um valor intangível e dependera basicamente da consciência social de cada corporação.

### 3 - TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE GASODUTOS TERRESTRES.

#### 3.1 A Norma:

A Norma da Petrobras aplicável a construção e montagem de dutos terrestres é a N 464 H, valida a partir de DEZ/2004, revisada por grupos de trabalhos Gts (formados por especialistas da Petrobras e das suas subsidiárias) que revisou a N464 G.

#### 3.1.1 Objetivo da Norma:

A N 464 H – do Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras, - CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E CONDICIONAMENTO DE DUTOS TERRESTRES, tem como objetivo fixar as condições exigíveis para construção, montagem, testes, condicionamento e aceitação de dutos terrestres através dos requisitos técnicos e praticas recomendáveis nela contidos.

#### 3.2. Documentos complementares.

Um estudo mais aprofundado da N 464 H nos leva as normas e documentos complementares abaixo listadas:

Norma	Descrição
PETROBRAS N- 47	Levantamento Topográfico.
PETROBRAS N-133	Soldagem
PETROBRAS N-442	Pintura Externa de Tubulação em Instalações Terrestres.
PETROBRAS N-505	Lançador e Recebedor de “Pig” para Duto.
PETROBRAS N-556	Isolamento Térmico de dutos com espuma de poliuretano expandido.
PETROBRAS N-845	Investigação Geotecnológica.
PETROBRAS N-862	Execução de Terraplanagem.
PETROBRAS N-1041	Cadastramento de imóveis em levantamento topográfico – cadastral.
PETROBRAS N-1190	Cerca e Portões.
PETROBRAS N-1592	Ensaio não- destrutivo – Teste pelo imã e por pontos.
PETROBRAS N-1594	Ensaio não- destrutivo – Ultra-Som.
PETROBRAS N-1595	Ensaio não- destrutivo – Radiografia.
PETROBRAS N-1597	Ensaio não- destrutivo – Visual.
PETROBRAS N-1710	Codificação de documentos técnicos de engenharia.
PETROBRAS N-1744	Projetos de oleodutos e gasodutos terrestres.
PETROBRAS N-1965	Movimentação de carga com guindaste.
PETROBRAS N-2047	Apresentação de projeto de dutos terrestres.
PETROBRAS N-2098	Inspeção de duto terrestre em operação.
PETROBRAS N-2177	Projeto de cruzamento e travessia de duto terrestre.
PETROBRAS N-2180	Relatório para classificação de locação de gasodutos terrestres.
PETROBRAS N-2200	Sinalização de faixa de domínio de duto e instalação terrestre de produção.
PETROBRAS N-2203	Apresentação de relatórios de cruzamentos e travessias de dutos terrestres.
PETROBRAS N-2238	Reparo de revestimentos de duto enterrado utilizando fita de politeno.
PETROBRAS N-2328	Revestimento de junta de campo para duto enterrado.
PETROBRAS N-2432	Revestimento externo de concreto para dutos terrestres e submarinos.
PETROBRAS N-2624	Implantação de faixas de dutos terrestres

PETROBRAS N-2634	Operações de passagem de “pigs” em dutos.
PETROBRAS N-2719	Estocagem de tubo em área descoberta.
PETROBRAS N-2776	Capacitação e qualificação de pessoal para dutos construção e montagem.
ABENDE DC -001	Qualificação e certificação de pessoal em END.
ABENDE NA -001	Qualificação e certificação de pessoal em END.
ABNT NBR 5425	Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade.
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
ABNT NBR 5427	Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426.
ABNT NBR 6502	Rochas e Solos.
ABNT NBR 12712	Projetos de sistemas e distribuição de gás combustível.
ABNT NBR 9061	Segurança de escavação a céu aberto.
ABNT NBR 14842	Crítérios para qualificação e certificação de inspetores soldagens.
ISSO 9712	Non-Destructive Testing - Qualification and Certification of Personel
API RP 1110	Recommended Praticce for the Pressure Testing of Liquid Petroleum Piperlines.
API SPEC 5L	Line pipe.
API SPEC 6D	Specification for piperline valves (Gtae, Plug, BAll and Check Valves)
API STD 1104	Welding pipelines and related facilities.
ASME B 1.1	Unified inch screw threads.
ASME B 16.5	Pipe flanges and flanged fittings
ASME B 16.20	Metalic gaskets for pipe falnegs – Ring Joint, Spiral Wounds and Jacketed.
ASME B 16.34	Valves – flanged, threaded and welding end
ASME B 31.4	Liquid tarnsportation systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, anhydrous ammonia and alcohols.
ASME B 31.8	Gas transmission and distribution piping systems
ASME Sectino IX	Qualification standart for welding and Brazing procedures, welders, blazers and welding and Brazing operators.
ASTM E 1961	Standart praticce for machanized ultrasonic examination of girth welds using zone discrimination with focused search units.
BSI BS8010 Selection 2.8	Pipelines on land: Desing, construction and instalation, section 2.8 stell for oil and gás.
BSI BS EN 473	Non – Destructive testing –Qualification and Certification of NDT personel – general principles supersedes PD.
BSI BS EN 45013	General criteria testing certification bodies operating certification of peronnel.
MISS SP - 6	Standart finish for contact faces of pipe flanges and connecting end flanges of valves and fittings
MISS SP - 44	Stell pipeline flanges.
MISS SP - 45	Quality standart for stell castings for valves, flanges and fittings and other piping components....

### 3.3 Procedimentos Executivos:

Com a análise do escopo dos serviços e das atividades pertinentes, o EXECUTANTE deve preparar procedimentos executivos. Vale salientar que a elaboração destes procedimentos deve contar com a participação do corpo técnico da executante bem como do responsável pela execução do serviço sendo fundamental que a linguagem usada deve ser de entendimento do pessoal do campo, incluindo o encarregado e seus oficiais.

È necessário que antes do inicio de qualquer atividade a equipe executante seja treinada conforme o procedimento executivo específico a fim de evitar equívocos na execução não conformidades e perda de qualidade e tempo.

A norma N 464 H lista alguns procedimentos conforme abaixo sendo a relação final deve ser compatível com o escopo do contrato.

- a ) Inspeção de recebimento de matérias;
- b ) Armazenamento e preservação e materiais;
- c ) Elaboração de projeto executivo;
- d ) Locação e marcação da faixa de domínio e da pista;
- e ) Vegetal e desmonte de rocha;
- f ) Abertura e preparação da vala, incluindo desmonte de rocha;
- g ) Transporte, distribuição e manuseio de tubos;
- h ) Curvamento dos tubos;
- i ) Revestimento externo com concreto;
- j ) Soldagem, incluindo: ajustagem, alinhamento e fixação dos tubos e acessórios;
- k ) Para soldagem e respectivos registros de qualificação;
- l ) Inspeção por ensaios não-destrutivos;
- m ) Revestimento externo anticorrosivo;
- n ) Abaixamento e cobertura;
- o ) Travessias e cruzamentos;
- p ) Sinalização de faixa de domínio de tubos;
- q ) Proteção e restauração;
- r ) Limpeza, enchimento e calibração;
- s ) Teste hidrostático;
- t ) Inspeção dimensional interna do duto;
- u ) Condicionamento;
- v ) Inspeção do revestimento externo anticorrosivo após a cobertura;
- w ) Montagem e instalação de complementos;
- x ) Emissão de documentos “conforme construído”.

Nos procedimentos devem estar indicadas as características dos equipamentos a serem utilizados nas diferentes etapas da construção.

A construção e a montagem do duto terrestre deve ser executada considerando as seguintes aspectos básicos gerais:

- a ) estar em consonância com as leis do município e/ou estado em que se localiza;
- b ) Dispor de todas as permissões das autoridades competentes com jurisdição sobre a faixa de domínio do duto;
- c ) Ter estabelecido critérios para a garantia da qualidade da sua execução.

### 3.4 Recebimento de Material:

Para recebimento de materiais é necessário em primeiro lugar saber quais os materiais pertencem ao escopo do contrato, características, identificação, quais os ensaios previstos por norma, quais os critérios de aceitação, onde armazená-los e como preservá-los. Para tal o procedimento executivo de recebimento deve ser elaborado previamente e aprovado contendo as informações necessárias.

Não menos importantes é conhecer as normas e diretrizes internas do órgão fornecedor do material e as normas e leis de trânsito para este tipo de transporte. Os materiais devem ser inspecionados logo após o seu recebimento e antes de sua aplicação na montagem e devem estar de acordo com os documentos de compra e especificação de projeto. Os materiais devem ser identificados e certificados de forma a permitir ao longo de sua vida a rastreabilidade até o certificado de qualidade do material.

A Tabela cita algumas características essenciais dos materiais normalmente aplicados em gasodutos:

Item	Material	Norma de fabricação	Identificação	Características	Critério de Aceitação.
1	Tubo	API Spec 5L	-Fabricante -Diâmetro -Espessura -Material -Nº de identificação -Nº Ordem	-Espessura, ovalização e diâmetro conforme API Spec 5L. -chanfro e ortogonalidade conforme API Spec 5L. -estado das superfícies interna e externa, conforme critério de especificação do material.	Ver Norma ASME B 31.8
2	Flanges	ASME B 16.5 ou MSS SP-44	-tipo de flange -tipo de face -diâmetro nominal -classe de pressão -diâmetro do furo -especificação e grau do material. -diâmetro do furo	-diâmetro interno -espessura do bisel nos flanges de pescoço conforme as especificações do projeto -altura e diâmetro externo do ressalto -acabamento da face de contato -dimensões de extremidades para solda de topo -dimensões da face para junta de anel.	ASME B 16.5 ou MSS SP 44
3	Conexões	ASTM ou ASME	-especificação completa do material -diâmetro -classe de pressão ou espessura -tipo de marca do fabricante	-diâmetro das extremidades -circularidade -distância centro face -chanfro, encaixe para solda ou rosca -espessura -angularidade das curvas forjadas -amassamentos, corrosão, trincas, soldas de dispositivos de montagem provisórios e abertura de arco	ASME ou ASTM aplicável

4	Válvulas	API 6D	Spec	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Em plaquetas, conforme especificação do projeto.</li> <li>-Em plaquetas, conforme especificação do projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-características dos internos e sistema de vedação</li> <li>-flanges(ver item 2)</li> <li>-características e distancia entre extremidades</li> <li>-diâmetro interno e nominal</li> <li>-dreno, suspiro e alivio do corpo</li> <li>-classe ANSI</li> <li>-revestimento externo.</li> </ul>	MSS SP -55 (val. Fundidas) ASTM ASME
5	Juntas de vedação	ASME 16.20	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>-material</li> <li>-tipo de junta</li> <li>-material de enchimento.</li> <li>-diâmetro</li> <li>-classe de pressão</li> <li>-padrão dimensional de fabricação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-espessura (espiralada ou corrugada),conforme ASME B 16.20</li> <li>-diâmetro, classe de pressão e norma do flange (espiralada ou corrugada)</li> <li>-código de cor conforme a norma ASME B 16.20</li> <li>-diâmetro interno e externo (espiralada ou corrugada), conforme a norma ASME B 16.20</li> <li>-tipo de numero(anel) conforme a norma ASME B 16.20</li> <li>-dureza(anel) conforme a norma ASME B 16.20</li> <li>-junta tipo (RTJ) não devem apresentar corrosão, amassamento, avarias mecânicas ou trincas.</li> </ul>	ASME B 16.20
6	Parafusos e Porcas	ASTM		<ul style="list-style-type: none"> <li>-especificação</li> <li>-tipo de parafuso</li> <li>-dimensões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-comprimento do parafuso, diâmetro do parafuso, altura e distancia entre faces e arestas da porca e passo da rosca conforme as normas ASME B1.1, ASME B16.5, ou MSS SP-44</li> <li>-parafusos devidamente protegidos,livres de amassamentos, trincas e corrosão.</li> </ul>	ASME B1.1, ASME B16.5, ou MSS SP-44

Tabela 1 - Inspeção para Recebimento de Materiais.

O Plano de inspeção deve prever a inspeção por amostragem conforme as Normas ABNT NBR 5425, ABNT 5426 e ABNT 5427, atendendo aos seguintes critérios:

- Tubos; nível geral de inspeção II, QL 15, plano de amostragem simples e risco do consumidor 5%;
- Parafusos e porcas: nível geral de inspeção II, QL 10, plano de amostragem simples e risco do consumidor 5%.

### **3.5 Licença para início de Obras.**

São autorizadas que em geral ficam a cargo da EXECUTANTE, responsável pela construção de gasoduto, que deve solicitar autorização através de cartas emitidas e endereçadas aos Órgãos Federais, Estaduais e Municipais, as concessionárias envolvidas e aos proprietários por onde será implantado o gasoduto.

- Para o início de obras em Salvador e/ou cidades do estado da Bahia, como por exemplo, os órgãos envolvidos são:

- a) EMBASA/ Água.
- b) EMBASA/Esgoto.
- c) EMBASA/Adutora
- d) COELBA
- e) SUMAC – Drenagem.
- f) SURCAP – Obras em execução ou planejadas.
- g) SET – Superintendência de engenharia de tráfegos.
- h) SPJ – Superintendência de Parques e jardins.
- i) TELEMAR
- j) EMBRATEL
- k) VIVO
- l) METRÔ
- m) AT&T
- n) CONDER
- o) ELETRONET
- p) EMERGIA
- q) FMLF/SEPLAM
- r) SEHAB
- s) SEMIN
- t) SEMPI
- u) SEPLAM
- v) SESP
- w) SMTU
- x) SUCOM
- y) TV CIDADE
- z) Proprietários

O bom relacionamento com estes órgãos colabora para o dinamismo da obra e evita desgastes e paralisações que costumam ser freqüentes, causando atrasos e custos indesejáveis.

### **3.6 Atividades da Construção e Montagem de Gasoduto.**

A logística de construção e montagem deve determinar a seqüência de montagem que em geral difere para cada tipo de obra, seja urbana, rural, mista e obras especiais.

#### **3.6.1 Liberação Para Construção.**

Neste ponto o empreendimento “sai” definitivamente da “prancheta” para a fase de execução do empreendimento. O Planejamento do empreendimento aparenta ter uma tarefa linear, e o é. Contudo em decorrência dos prazos, das interações e interdependências entre as disciplina e atividades, as mesmas são otimizados, ou pelo menos se planeja de formas paralelas, ou seja, tarefas dependentes de eventos futuros podem e são desenvolvidas enquanto outras estão ocorrendo. Este paralelismo de atividades é necessário, pois há otimização de prazos de execução, assim uma tarefa com a de contratar a montadora já deve estar em andamento a partir do momento que já possua o projeto executivo aprovado para execução não obstante o fato de este processo estar concluído, não pode ser fator precipitador para início das atividades de montagem caso as lideranças e anuências não estejam publicadas, todos os materiais e equipamentos estejam contratados, as autorizações de cruzamentos com rodovias e ferrovias estejam autorizadas interferindo com os empreendimentos estejam cientes e a par do empreendimento.

#### **3.6.2 Equipe de Fiscalização.**

As equipes de fiscalização serão grande ou pequenas, isso depende da quantidade de serviços em execução. Estes profissionais para executar uma correta fiscalização, deverão possuir habilidades exigíveis para tal necessidade além de conhecerem previamente o projeto executivo para poderem executar uma boa fiscalização. Este conhecimento prévio propiciara agilidades nas tomadas de decisão que por vezes não são raras em obras decorrentes de erros de projetos ou interferências detectadas durante a execução do empreendimento e não detectadas durante a fase de cadastramento do projeto por varias razões.

#### **3.6.3 Segurança Industrial**

Toda contratada devera possuir na sua equipe, no canteiro de obras, profissionais de segurança devidamente formados e habilitados ao exercício da função, em acordo ao que rege a NR- 5. Além do que devera prover todos meios as auditorias por parte da contratante, já que esta e solidária e co- responsável durante todo o ciclo de vida do empreendimento: projeto, montagem e operação.

#### **3.6.4 Controle de qualidade**

O controle de qualidade é fundamental para garantir a qualidade da obra e toda a documentação necessária a correção e rastreabilidade, analisa e aprova os relatórios de obras e aprova para a fiscalização todos os documentos que irão compor os boletins de medição e data book da obra.

O data book, é o produto mais importante deste grupo de profissionais, pois tem a responsabilidade de entregar a companhia um documento fidedigno conforme construído contendo todas as informações, ocorrências, folha de dados de equipamentos, certificados de qualidade de materiais, qualificação de soldadores, as *built*, copias de licenças e anuências, etc.

### 3.6.5 Métodos Construtivos

Os métodos construtivos pode ser destrutivos ou não destrutivos(END), quem definira a sua utilização será a topologia do terreno, dificuldade construtiva, interferência a ser transposta ou ainda exigência do Órgão Público.

### 3.6.6 Locação e Marcação da faixa de domínio e da Pista.

Esta atividade não é aplicada em geral para obras urbanas quase sempre implantada em locais e via públicas, porém é necessário o levantamento da diretriz do gasoduto e instalações circunvizinhas.

O levantamento cadastral e jurídico da faixa de domínio e apresentação dos resultados da diretriz devem ser executados de acordo com as normas da PETROBRAS N 2624 e N-2180.

A Norma N 2180 (RELATORIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE LOCAÇÃO DE GASODUTOS TERRESTRES) padroniza e orienta o preenchimento dos formulários usados na execução dos relatórios para classificação de locações de gasodutos terrestres destinados ao transporte e distribuição, em função das diferenças densidades de construções habitacionais.

A Norma N-2624 (IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS DE DUTOS TERRESTRES) fixa as condições exigíveis para determinação do traçado e realização de serviços de levantamento topográfico por imagens aéreas e outras atividades necessárias á implantação de faixas de domínio para dutos terrestres e áreas de instalações complementares, alem de sua apresentação.

Independente da classe de locação onde será implantado o gasoduto, o levantamento das interferências aéreas e/ou enterradas é atividade de vital importância. As interferências aéreas são mais fáceis de determinar e merece uma atenção especial para garantir sua integridade e analisar a ação desta sobre o gasoduto e vice versa, como por exemplo, linhas de transmissão, postes, boca de lobo, e etc.

Para levantar as interferências enterradas podem ser utilizado métodos de indução de corrente elétrica de baixa amperagem com auxilio do método PCM, DCVG, Geo radar ou utilizando o pipe detector. Porem nem todas as interferências podem ser levantados por estes métodos e nestes casos utilizamos da pesquisa a desenhos existentes e sondagens para determinar a locação e profundidade de outros dutos e cabos de fibra ótica existente, de acordo co os seguintes critérios:

a ) consulta aos desenhos “conforme construído” e ao cadastro das concessionárias de serviços públicos;

b ) localização e cobertura das linhas ou cabos existentes com o emprego de aparelhos eletrônicos, detector eletromagnético ou georadar (GPR); no caso de cruzamento com as linhas ou cabos existentes devem ser utilizados poços de inspeção escavados manualmente;

c ) a identificação das linhas ou cabos existentes deve ser feita de forma continua, com estaqueamento da linha de centro a cada 10m nos trechos retos e cada 3m nos trechos curvos, definindo uma cor para as estacas em cada dito ou cabo existente;

d ) identificação do dutos e sinalização dos trechos onde a cobertura dos dutos ou cabos existentes for inferior a 1m, de forma a alertar os operadores de equipamentos sobre a impossibilidade de transito neste local;

e ) uma trincheira de inspeção á faixa deve ser aberta a cada 1000m, para a comprovação da precisão do equipamento através da verificação da localização e cobertura dos dutos existentes;

f ) sinalização e proteção adequada dos suspiros(“vents”), pontos de testes e peças especiais existentes, leitos de anodos e cabos do sistema de proteção catódica.

A abertura da pista deve seguir o definido pelo projeto e procurar obedecer aos limites previstos, pois implica em respeitar os acordos feitos com os proprietários e órgãos envolvidos.

A Norma N 464 H determina algumas condições específicas para abertura de pista, entre elas destacamos:

- Somente em condições excepcionais, quando concluído pela total inviabilidade técnica dos serviços de montagem, são permitidos cortes que alterem os perfis (transversais e longitudinais) originais do terreno; todos os cortes devem ser executados de acordo com um projeto de terraplanagem específico, seguindo critérios adicionais de segurança contido na norma reguladora nº 18 (NR-18) e na norma ABNT NBR 9061.
- Os raios de curvatura horizontais e verticais da pista devem estar compatíveis com o método previsto para uma mudança de direção do duto, procurando-se, sempre que possível, respeitar os limites para curvamento a frio dos dutos revestidos.
- A camada superior do solo composta de matéria orgânica, quando removida, deve ser estocada para posterior reposição nos taludes de corte, aterros, pistas, caixas de empréstimo ou bota-fora, evitando a sua contaminação pela mistura com outros materiais retirados da pista.
- Independente dos serviços de proteção e drenagem definitiva que são realizados na pista, serviços de drenagem e proteção provisórios em áreas críticas devem ser imediatamente realizados, de modo a não expor a riscos de erosão e assoreamento, tanto a pista como as propriedades adjacentes.
- Eventuais acessos de serviço somente podem ser executados com a autorização previa e formalizados junto aos proprietários e autoridades competentes.
- Os cursos d'água que originalmente escoam para ou sobre a pista devem ser desviados e canalizados. Nos casos em que não for possível executar o desvio dos cursos d'água ou em que a abertura da pista interferir com mananciais, devem ser executadas as obras que se fizerem necessárias para evitar o arraste de material, a erosão da pista ou a destruição do manancial.

É fundamental antes de iniciar as atividades construtivas elaborar um relatório fotográfico detalhado do local onde será implantado o gasoduto. Em áreas urbanas fotos de calçadas, jardins, meio fio, muros e outros detalhes devem ser feitas de forma mais detalhada possível.

### **3.7 Abertura e Preparação da Vala:**

A abertura de vala é uma atividade que requer um estudo detalhado das interferências, condições de trânsito além da seqüência de execução. Recomenda-se que a abertura e preparação de vala seja realizada somente após a preparação da coluna para abaixamento, vale salientar que em obras urbanas as valas devem ser preferencialmente fechadas no mesmo dia em que for aberta a fim de evitar acidentes e transtornos.

A N464 H faz algumas considerações para a execução dos serviços de abertura de valas conforme informações fornecidas pelo projeto:

a ) posição do eixo da vala, em relação a linha e centro da faixa de domínio conforme projeto executivo;

b ) dimensões da seção da vala conforme projeto executivo;

c ) raios de curvatura permitidos, para cada diâmetro e espessura da linha;

d ) interferência com instalações existentes;

e ) nos casos em que a relação diâmetro nominal/espessura da tubulação for superior a 50, deve ser prevista na determinação da profundidade da vala, a instalação de uma camada com espessura de 20cm, composta de material isento de pedras e raízes, imediatamente abaixo da geratriz inferior do tubo;

f) Devem ser evitados trabalhos que exijam presença do homem dentro da vala. Caso isto seja impossível, critérios adicionais de segurança devem ser implementados, de acordo com a norma regulamentadora nº 18 (NR-18) e a norma ABNT NBR 9061.

A NBR 9061(segurança de escavação a céu aberto), fixa as condições de segurança exigíveis a serem observadas na elaboração do projeto e execução de escavações de obras civis, a céu aberto, em solos e rochas, não incluídas escavações para mineração e túneis.

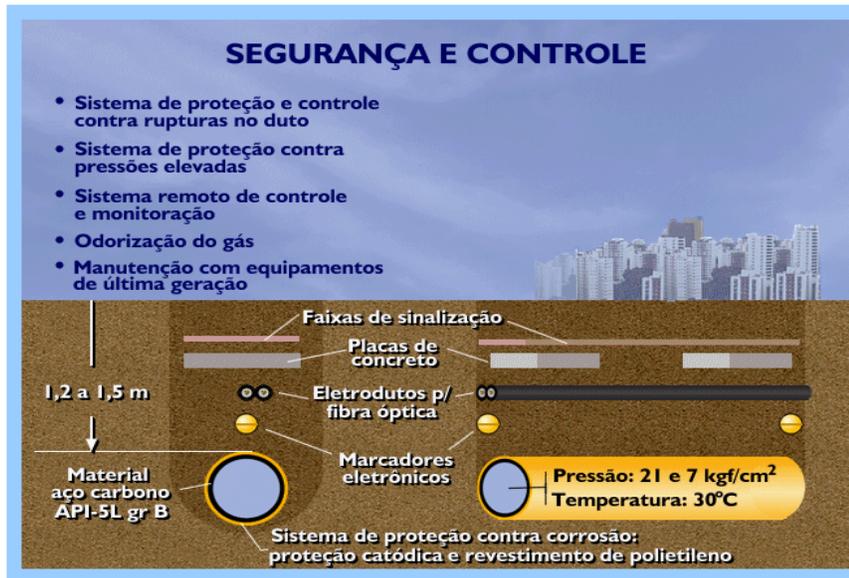


Figura 6 : Sistema de proteção mecânica e dutos implantados através de métodos destrutivos.

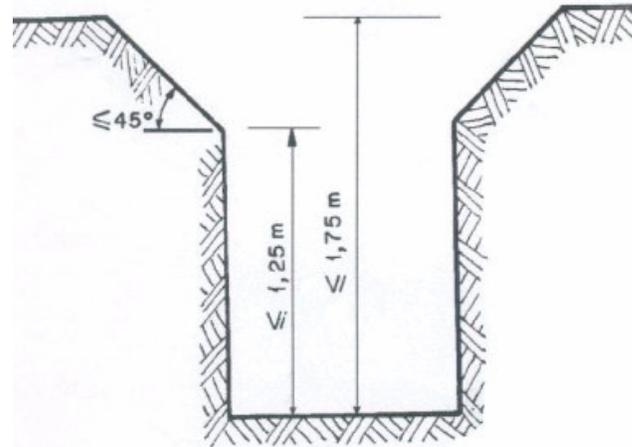
Fonte: Bahiagas

### 3.7.1 Escavação não protegidas para Valas:

**3.7.1.1** – Escavação no Máximo de 1,25m de profundidade podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais se a inclinação da superfície do solo adjacente e:

- a) menor do que 1:10, em solos não coesivos
- b) menor do que 1:2, em solos coesivos.

7. Em solos coesivos e permitido escavar a uma profundidade de ate 1,75m conforme a figura

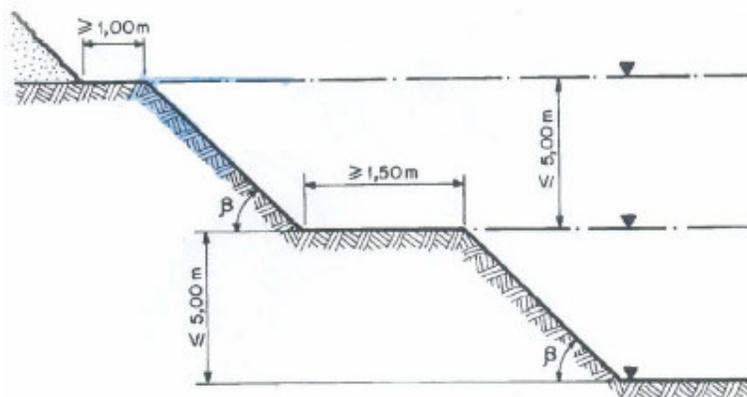


**Figura 7: Escavação em Solos coesivos**  
**Fonte: Bahiagás**

Escavações que profundidades maiores que as já vistas acima, ate uma profundidade de 3 metros, devem ser executadas com as paredes em talude cujo o ângulo com horizontal  $\beta$  não exceder:

- a) em solos não coesivos ou coesivos medo  $\beta \leq 45$  graus.
- b) em solos coesivos resistentes  $\beta \leq 60$  graus.
- c) em rocha  $\beta \leq 80$  graus.

Escavações com profundidades maiores ou iguais a 5 m devem utilizar patamares com largura superior a 1,5m.



**Figura 8: Escavação em Solos Coesivos.**  
**Fonte: Bahiagás**

### **3.8 Transporte, Distribuição e Manuseio de Tubos e Outros Matérias.**

O procedimento executivo para transporte, distribuição e manuseio e outros materiais deve indicar os materiais a serem transportados e suas características, principalmente dimensões e peso de forma a dar informações precisas para especificação dos equipamentos necessários.

As operações de transporte dos materiais, especialmente tubos, devem ser realizadas de acordo com as disposições das autoridades responsáveis pelo trânsito na região atravessada. As ruas, rodovias federais, estaduais e municipais, ou estradas particulares não devem ser obstruídas durante o transporte e este deve ser feito de forma a não constituir perigo para o trânsito de veículos.

No transporte de tubos, as cargas devem ser dispostas de modo a permitir amarração firme, evitando deslizamento ou queda da carga, sem danificar o tubo ou seu revestimento.

Antes de desamarrear a pilha para descarga, deve ser feita uma inspeção visual, a fim de verificar se os tubos estão convenientemente apoiados, sem risco de rolamento.

Proteções adicionais devem ser instaladas a fim de proteger os ocupantes da cabine do veículo transportador dos tubos, em casos de movimentação inesperada da carga

A distribuição de tubos também conhecida como “DESFILE DE TUBO” em alguns casos de construção e montagem de gasoduto urbano deve ser planejada a melhor logística e estudar os locais onde possa formar os estoques provisórios, também conhecidos como “pulmões de tubos” de forma não impacta com as condições locais e trânsito.

A estocagem ao longo da faixa e a movimentação de tubos revestidos ou isolados deve atender ao disposto nas seguintes normas:

- a ) para tubos não revestidos ou revestidos: Norma PETROBRAS N –2719;
- b ) para tubos isolados com poliuretano: Norma PETROBRAS N- 556;
- c ) para tubos concretados: Norma PETROBRAS N – 2432.

Para o manuseio dos tubos durante carregamento ou descarregamento, devem ser utilizados os procedimentos específicos. Atenção especial deve ser dada a movimentação, posicionamento e levantamentos de tubos depois de curvados, devido a possibilidade de movimentos inesperados provocados pela mudança em seu centro de gravidade.

Com finalidade de guiar os tubos durante sua movimentação, cordas devem ser fixadas nas suas extremidades possibilitando a sua condução, de modo a evitar golpes inesperados e movimentos bruscos.

Para o descarregamento de feixes de tubos não revestidos devem ser utilizados cintas de náilon. Tais cintas devem ajustar-se ao feixe, de modo a impedir movimentos relativos entre os tubos. Os tubos devem ser desfilados sobre sacos de raifas ou madeira de 15 X 15 cm a uma altura não inferior a 30 cm do solo, cuidando para que o mesmo tenha estabilidades, sendo que em rampas íngremes e aconselhável a utilização de ancoragens adicionais a fim de evitar o deslizamento ou rolamento dos tubos.

Nos dutos com extensão superior a 3 Km, deve ser prevista a colocação de niples marcadores, espaçados no Máximo, a cada 2 Km para facilitar a localização de defeitos detectados pelo “pig” instrumentado. Estes niples devem ser fabricados com segmentos de tubos com a mesma especificação dos tubos adjacentes e com comprimento Máximo de 4m. Todos os niples devem ter sua localização definida em sistemas de coordenadas com a mesma origem e precisão , sendo sinalizados na faixa de dutos utilizando os marcos definidos na norma PETROBRAS N – 2200.

E boa prática de construção e montagem de gasoduto a utilização de tubos resultados de cortes superiores a 1m a fim de evitar no final da obra pedaços de tubos. O BOLETIM DE APLICACAO DE MATERIAL deve ser elaborado mensalmente evitando assim as grandes perdas por falta de controle de materiais ocasionando no fim da obra custos não previstos.

### 3.9 Curvamento

As curvas necessárias nos tubos para adequar a diretriz do gasoduto são:

- Curvamento Natural;
- Tubo pré-curvado;
- Curva forjada;
- Curva em gomos.

#### 3.9.1 Curvamento Natural;

De acordo com a norma NBR 12.712 curvamento natural é um processo de mudança de direção que só pode ser empregado em gasodutos enterrados. É realizado durante a fase de construção, pelo ajuste da tubulação ao fundo da vala, provocado pelo peso próprio da coluna de tubos.

O cálculo do raio mínimo e curvamento natural à temperatura ambiente deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{E_c \cdot D / 2}{0,9S_y - 0,7PD / 2e}$$

Onde:

R = raio mínimo de curvatura para curvamento natural(m).

E<sub>c</sub> = módulo de elasticidade do material (Mpa).

Obs:E<sub>c</sub> = 2 x 10<sup>5</sup> Mpa(2,04 x 10<sup>6</sup> Kgf/cm<sup>2</sup>) – para aço carbono em temperatura ambiente.

S<sub>y</sub> = tensão mínima de escoamento especificada (Mpa).

D = diâmetro externo do duto (cm)

e = espessura nominal da parede do duto

P = pressão de projeto do gasoduto (Mpa)

#### 3.9.2 Tubo pré –curvado:

O tubo pré- curvado é obtido pelo curvamento a frio ou a quente do duto, o qual produz uma deformação plástica.

#### 3.9.3 Curva forjada.

Só deve ser utilizada em instalações onde a falta de espaço recomende uma mudança de direção com curvatura acentuada.

As curvas forjadas são padronizadas com os seguintes raios de curvatura:

- 1DN = curva de raio curto.
- 1.3DN = curva de raio longo.
- 3DN
- 5DN

A utilização das curvas de raio e longos fica condicionada a passagens de pigs raspadores e ou instrumentados.

### 3.9.4 Curvas em gomos

Normalmente não são utilizadas em gasodutos, entretanto a norma condiciona utilização destas curvas em sistemas projetados para operar com tensões circunferências de pressão interna inferiores a 10% da  $S_y$ .

Os métodos de curvamento devem ser previamente aprovado e satisfazer as seguintes condições mínimas de inspeção:

a ) a diferença entre o maior e o menor dos diâmetros externos, medidos em qualquer secção do tubo, após o curvamento, não pode exceder 2,5 % do seu diâmetro externo especificado na norma dimensional de fabricação;

b ) não são permitidos danos mecânicos no tubo e no revestimento;

c ) todos os tubos curvados devem ser inspecionados por passagem de gabarito interno para verificar se a ovalização esta dentro do prescrito na alínea (a)

- Para a determinação do diâmetro da placa do gabarito deve ser utilizada a seguinte formula:

$$D_p = 0,98 DE - 2e (1+K).$$

Onde:

D<sub>p</sub>: diâmetro externo da placa (polegada);

DE: diâmetro externo do tubo (polegada);

e: espessura nominal da parede do tubo ou da conexão, o que for maior (polegada);

K: tolerância da espessura, conforme tabela \_\_ - TOLERANCIA DA ESPESSURA DE PAREDE – K.

d ) deve ser feita inspeção visual em toda a superfície do tubo para verificar possíveis danos no corpo e no revestimento anticorrosivo;

e ) a curvatura deve ser distribuídas, o mais uniforme possível, ao longo do comprimento do tubo;

f ) em cada extremidade do tubo a ser curvado deve ser deixado um comprimento reto mínimo determinado na qualificação.

g ) no tubos com costura, não e permitida a coincidência da solda longitudinal com a geratriz mais tracionada ou mais comprimida, devendo o curvamento ser executado de forma que a solda longitudinal seja localizada o mais próximo possível do eixo do tubo curvado, com uma tolerância de + ou – 30 graus.;

h ) nos curvamento de tramos que contenham uma solda circunferencial, deve ser deixado um comprimento reto mínimo de 1m para cada lado da solda circunferencial;

i ) o curvamento de tubos com costura deve realizado de modo a evitar, durante a soldagem, a coincidência das soldas longitudinais;

j ) antes do curvamento, a geratriz que vai ser mais comprimida deve ser marcada a tinta;

k ) devem ser marcadas a tinta as secções do tubo a serem golpeadas durante o curvamento;

l ) o tubo já curvado não pode ter aumentado o seu raio de curvatura.

m ) o tubo deve ter a posição de sua geratriz superior marcado junto as extremidades; no caso de oleodutos utilizando tubos com costura longitudinal, deve ser evitada a localização da costura na geratriz inferior quando da sua montagem.

Diâmetro Nominal do Duto	Processo de Fabricação	Grau do Aço (API 5L)	
		B	X 42 a X70
< 2"	Com ou sem costura	0,20	0,15
2" a 18"	Com ou sem costura	0,15	0,15
>= 20"	Com costura	0,18	0,20
>= 20"	Com costura	0,15	0,18

Tabela 2 - TOLERANCIA DA ESPESSURA DA PAREDE – K.

### 3.10 Revestimento Externo com concreto.

Para tubulação de diâmetro igual ou superior a 4" após calcular o peso do tubo e relacionar com o peso da água ou do meio aquoso (água + material local) ou para proteger o gasoduto mecanicamente torna necessário revestir o duto com uma camada de concreto cuja espessura deve ser calculada levando em consideração o empuxo no local onde será implantado o gasoduto.

O revestimento externo dos tubos e juntas de campo com concreto, deve ser executado de acordo com a norma PETROBRAS N-1502 atendendo as condições estabelecidas no projeto. Para dutos submarino verificar a N 2432.

Nas travessias, cruzamentos e onde indicado no projeto, as juntas de campo de tubos revestidos externamente com concreto, devem ser igualmente concretadas com as mesmas características construtivas utilizadas nos tubos.

### 3.11 Soldagem

O objetivo da soldagem nessa monografia é alertar para as condicionantes e práticas que devem ser obedecidas para que o processo de soldar tubos e acessórios atenda aos requisitos mínimos das normas aplicáveis. Para tal é necessário classificar os materiais que iremos soldar. A partir daí, a executante deve qualificar os procedimentos de solda necessário conforme as variáveis essenciais e requeridas pelas normas aplicáveis a cada caso.

A qualificação do procedimento de solda para gasodutos deve ser feita de acordo com a Norma API STD 1104, observando suas variáveis essenciais, tais como:

**Tipo de processo:**

Manual, semi-automático, automático.

**Material de base:**

Tubo:  $S_y \leq 42.000\text{psi}$   
 $42.000 < S_y \leq 65.000\text{psi}$   
 $S_y > 65.000\text{psi}$

Conexão; conforme ASMT

**Diametro Externo**

$\varnothing < 2,375\text{ in}$   
 $2,375 \leq \varnothing \leq 12,750\text{in}$   
 $\varnothing > 12,750\text{in}$

**Tipo de Junta**

U  
V

**Posição**

Fixa  
Rotativa

**Características Elétricas**

Eletrodo positivo ou negativo  
DC ou CC

**Tempo entre passes**

O tempo entre o passe de raiz e o segundo passe deve ser qualificado no procedimento.

**Direção de Soldagem**

Ascendente  
Descendente

**Gás de Proteção ou Taxa de Fluxo**

A mudança na utilização dos gases, ou alteração na taxa constitui uma variável essencial.

### **Fluxo de Proteção**

A mudança no fluxo de proteção também constitui uma variável essencial

### **Velocidade de Soldagem**

Durante a qualificação no procedimento deve ser qualificada uma faixa da velocidade de soldagem.

### **Pré – Aquecimento**

Quando necessário, o procedimento pode se qualificado utilizando o pré – aquecimento do tubo. Caso o procedimento seja qualificado sem o pré-aquecimento, durante o processo de soldagem no campo, pode-se pré-aquecer o tubo, o inverso não `e verdadeiro, ou seja, se o procedimento for qualificado com um pré- aquecimento a solda não pode ser feita sem o mesmo.

### **Pós- aquecimento**

Para controlar o resfriamento da solda, principalmente para grandes espessuras, o procedimento pode ser qualificado com o pós aquecimento.

Inversamente no caso do pré- aquecimento, caso o procedimento seja qualificado sem o pós- aquecimento, a solda e campo não pode sofrer este pós – aquecimento.

## **3.12 Inspeção por ensaios Não destrutivos(END)**

A inspeção no processo de soldagem deve ser par e passo com todas as atividades envolvidas objetivando a garantia da qualidade e minimização dos possíveis defeitos que poderão aparecer na solda após estarem prontas. Os critérios de aceitação de

Descontinuidades de soldagem e reparo de dutos e seus complementos, quando da inspeção das soldas por END, devem seguir os requisitos da norma API STD 1104.

Para gasoduto e oleodutos, a extensão dos ensaios END a serem aplicados são:

a ) inspeção visual: 100% das juntas, em toda a circunferência conforme a norma PETROBRAS N- 1597;

b ) inspeção por ensaio radiográfico conforme norma PETROBRAS N-1595 ou ultra – som conforme a norma PETROBRAS N-1594: 100% das juntas em toda a circunferência.

Durante a execução dos serviços de construção do duto, deve ser realizado um acompanhamento do “Índice e Juntas reprovadas” calculado para cada quilometro do duto soldado, conforme segue:

$$\text{Índice de Juntas Reprovadas} = \frac{\text{Total de Juntas reprovadas por END no quilometro} \times 100\%}{\text{Total de Juntas Inspeccionadas por END no quilometro.}}$$

Caso o índice de juntas reprovadas for superior a 10%, a soldagem só pode ser reiniciada após a análise da causa da rejeição.

## **3.13 Revestimento Externo Anticorrosivo.**

Antes de 1984 os tubos eram revestidos na sua grande maioria com coaltar enamel, também conhecido como alcatrão de hulha, porem este revestimento mostrou ineficiente ao longo do tempo e o manuseio deste material do campo é muito nocivo a saúde. Atualmente a maioria dos tubos utilizados são de revestimento em polietileno extrudado, apesar de existir outros revestimentos.(ex:esmaltes de asfaltos, epóxi em pó etc).

### 3.14 Abaixamento e Cobertura.

O duto após soldado, inspecionado e com as juntas revestidas deve ser colocado dentro da vala e coberto no mesmo turno de trabalho. Vala aberta é sinônimo de problemas, principalmente acidentes com animais, pessoas e veículos, além dos possíveis danos no revestimento e mesmo no tubo abaixado.

Quando o abaixamento do duto ocorrer em vala aberta em terrenos com rochas, que podem causar danos ao revestimento externo ou ao isolamento térmico dos tubos, o abaixamento deve ser precedido da utilização de meios adequados de proteção, podendo ser utilizados, no método seguir:

a) revestimento do fundo da vala com uma camada de solo, isento de pedras e outros materiais que possam danificar o revestimento ou o isolamento térmico do tubo, na espessura mínima de 20cm;

b) uso de apoios de sacos de areia, espaçados cada m, no Máximo, de forma a evitar qualquer contato dos tubos com o fundo da vala; este método só pode ser aplicado nos casos em que a relação diâmetro nominal/espessura da tubulação for inferior a 50.

c) envolvimento dos tubos com jaquetas de concreto de proteção mecânica.;

d) outros métodos desde que seja assegurada a integridade do revestimento anticorrosivo e do próprio tubo, ao longo de sua vida útil estimada no projeto.

### 3.15 Teste Hidrostático.

O teste hidrostático visa comprovar a existência de pequenos vazamentos no duto ou no trecho de ou defeitos passantes em juntas soldadas. A pressão de vê ser reduzida, após a realização do teste de resistência, para atender os limites definidos para o teste hidrostático.

A duração mínima do teste deve ser de 24 horas.

O teste hidrostático é dado por concluído e o duto ou trecho é considerado aprovado (vazamentos) quando, após um período de 24 horas à pressão de teste, não for observado qualquer indicio de vazamento e se a variação na pressão entre o início e término do teste puder ser justificada por cálculos de efeito térmico, conforme critério para correção da pressão em função da temperatura.

- Critérios para correção da Pressão em Função da Temperatura.

Para calculo da variação da pressão pro efeito térmico utilizar a seguinte equação:

$$\Delta P = \frac{264,7 \times T_f}{(D/T) + 100} \times \Delta T$$

Onde:

$\Delta P$  = variação teórica da pressão, em bar;

$\Delta T$  = variação real da temperatura durante o teste, em C;

D = diâmetro nominal do duto, em pol;

t = espessura nominal da parede do duto, em pol;

$T_f$  = fator de temperatura, conforme Tabela 3, em bar/C.

Temperatura Média de Teste ( C )	Fator de Temperatura a ( bar/C)	Temperatura Média De Teste ( C )	Fator de Temperatura ( bar/C)
8	0,35	20	1,44
9	0,45	21	1,51
10	0,55	22	1,58
11	0,66	23	1,66
12	0,74	24	1,75
13	0,83	25	1,82
14	0,93	26	1,88
15	1,02	27	1,95
16	1,09	28	2,03
17	1,18	29	2,09
18	1,26	30	2,16
19	1,34		

Tabela 3 - Fator de Correção Para o Efeito da Temperatura

Notas:

- 1 )A Tabela acima é baseada na norma BSI 8010 Section 2.8
- 2 )Devem ser instalados Termômetros para medição de temperatura ambiente e da superfície externa do duto enterrado. A localização dos termômetros para medição de temperatura do duto enterrado deve ser nas extremidades, e ao longo do trecho em teste, num espaçamento Máximo de 10Km, para permitir avaliação mais precisa do efeito da expansão térmica.
- 3 )A temperatura média deve ser calculada pela média aritmética da variação de cada ponto monitorado.

### 3.16 Condicionamento.

As etapas do condicionamento são aquelas que após o teste hidrostático, coloque o duto em condições de ser pré – operado com o produto previsto, assim o duto é considerado como condicionado quando estiver seco e inertizado, em toda a sua extensão.

As etapas de condicionamento são: Esvaziamento, pré – secagem, Limpeza Final, Secagem e Inertização.

#### 3.16.1 Esvaziamento

É a remoção de água no duto em que utiliza-se ar comprimido ou gás inerte (nitrogênio).

Imediatamente após a realização e aceitação do teste hidrostático e passagem dos “pigs” de placa e geométrico, deve ser executado o esvaziamento total do duto.

No planejamento do esvaziamento não são permitidos cortes adicionais aos previstos no plano de teste hidrostático, exceto nos locais de instalação de válvulas.

Deve ser garantida uma contrapressão no descarte, de forma a assegurar o deslocamento do “pig” em uma velocidade inferior a 2,0m/s, para evitar a formação de bolsões de ar.

### **3.16.2 Pré – Secagem**

Considera-se pré –secagem a operação de eliminação de bolsões de água remanescente do esvaziamento, com a utilização de “pigs” espuma de baixa densidade intercalados com “pigs” selados, deslocados com ar comprimido. A velocidade de deslocamento dos “pigs” deve ser considerados os seguintes aspectos:

- a ) topografia do terreno ao longo do trecho;
- b ) facilidades de montagem da unidade de secagem;
- c ) extensão da seção a ser pré- secada.

A pré secagem da linha deve ser iniciada imediatamente após o esvaziamento.

Devem ser passados “pigs” espuma de baixa densidade e “pigs” selados em quantidade suficiente, ate que seja alcançada a condição “seco ao toque”, na superfície do”pig” quando da sua retirada da linha.

### **3.16.3 Limpeza Final**

A finalidade da limpeza final é a retirada de óxidos, areia e resíduos metálicos.

Nas atividades de limpeza final estão incluídas as etapas de passagem de “pigs” raspadores, “pigs” espuma e “pigs” magnéticos de limpeza. O “pig” espuma deve ser especificados conforme a norma PETROBRAS N-2634.Devem ser lançados no mínimo, 4 baterias de “pigs”, compostas de “pig” raspador com escovas de aço temperado, seguido de “pig” espuma de baixa densidade. No caso de dutos com revestimento interno, as escovas devem ser de material que não danifique o revestimento.

O intervalo entre o lançamento das baterias de pigs deve ser, no mínimo, de 30 minutos.

A limpeza final deve ser considerada aprovada se a quantidade de resíduos metálicos aderida ao “pig” for inferior a 50g/Km.

### **3.16.4 Secagem**

Depois da Limpeza Final inicia-se a secagem da linha, que deve ser precedida pela soldagem entre as seções definidas no plano de teste, e pela montagem dos complementos.

Na operação da secagem devem ser passados “pigs” espuma de baixa densidade, ate que seja alcançada a seguinte condição de ponto de orvalho, medido no lançador, no recebedor e em todas as válvulas de bloqueio.

A medição do ponto de orvalho deve ser feita `a pressão atmosférica, com instrumento aferido e calibrado. Opcionalmente ao uso de ar seco ou nitrogênio, pode ser utilizada a secagem a vácuo.

### **3.16.5 Inertização**

Na inertização o duto deve ser totalmente preenchido com nitrogênio, em uma pressão maior que 0,5 Kgf/cm<sup>2</sup>.

O preenchimento do duto com nitrogênio deve ser realizado através da passagem de um numero mínimo de 3 “pigs” espuma de baixa densidade com capa e 2 “pigs” de poliuretano, para a redução do volume da interface nitrogênio/ar.

O espaçamento entre os pigs deve ser de 1m.

### 3.16.6 Montagem e Instalação de Complementos.

Quando se fala em complementos, são as instalações necessárias à segurança, proteção e operação dos dutos, as quais devem ser montadas ou construídas de acordo com as especificações do projeto e recomendações técnicas, compreendido, mas não se limitando mas não se limitando ao seguinte:

- a )lançadores/recebedores de pig;
- b ) válvulas de bloqueio e retenção, derivações e by – pass;
- c ) sistema de proteção catódica;
- d ) instrumentação e automação;
- e ) provadores de corrosão;
- f )sistemas de allivio.

Obs: Todos os componentes devem ser previamente verificados e testados de acordo com procedimentos específicos.

### 3.16.7 Sinalização.

A sinalização deve atender aos critérios do projeto, da norma Petrobrás N2200 e diretrizes do órgão.Vale salientar que uma sinalização bem executada traz proteção adicional ao duto e serve de referência.



**Figura 9: Marcos de Sinalização.**

**Fonte: Bahiagás**

#### **4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a exposição dos fatos citados, fica a certeza da importância, do grande desafio que está sendo enfrentado e que muito há a se fazer para atingirmos um simples objetivo de sairmos de 6% para 12% de participações do gás natural na base da matriz energética nacional. Os desafios que deverão ser superados são enormes, como grandes também são os investimentos e as oportunidades decorrentes da utilização de um novo recurso energético alternativo e menos poluente. Passam por interligar os centros produtores aos centros consumidores, por capacitar estes a distribuir o gás, por superar barreiras técnicas, com a utilização de mão de obra qualificada e treinada e possuir uma enorme capacidade de planejamento e recursos financeiros para fazer os empreendimentos ocorrerem dentro do tripé: Qualidade X Prazo X Escopo.

## 5 – GLOSSARIO

N 464 H - Norma Regulamentadora.

City Gates – Estações do Fornecedor, onde é feita a entrega do Gás Natural às concessionárias e há a medição de custódia para faturamento do produto entregue.

FD – Folha de Dados

E T C – Estação de Transferência e custódia.

M D – Memorial Descritivo.

U P G N – Unidade de Processamento de Gás Natural.

M C – Memorial de Calculo.

N R – 5 Norma Reguladora 5.

R M – Requisição de Material.

NBR 12712 –Projetos de sistemas de Transmissão e Distribuição de gás combustíveis, 2002.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1 ) Manzano, Carlos A . C. **Construção e Montagem de dutos terrestres.** Apostila do curso de Engenharia de Dutos, UFBA – BA, 2005, Salvador.

2 ) Freire, Jose Luiz de Franca. **Integridade estrutural de equipamentos e dutos.**

3 ) Vasconcelos, Elinaldo de Albuquerque. **Engenharia de Traçados – Dutos terrestres.** Apostila do curso de Engenharia de dutos, PUC – RJ, 2005, Rio de Janeiro.

4 ) NBR – 12.712, Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás e Combustíveis, Abril/2002 – ABNT associação Brasileira de Normas Técnicas.

5 ) N – 464 H – Construção, Montagem e Condicionamento e Dutos Terrestres – Dez/2004, PETROBRAS –Petróleo Brasileiro S/A.

Sites Relacionados:

[www.bahiagas.com.br](http://www.bahiagas.com.br);

[www.informatize.com.br](http://www.informatize.com.br);

[www.gasmig.com.br](http://www.gasmig.com.br);

[www.petrobras.gov.br](http://www.petrobras.gov.br);

[www.brasilenergia.gov.br](http://www.brasilenergia.gov.br)

**ANEXOS:**

**ANEXO A: FOTOS E FIGURAS**



**Soldagem**



**Abaixamento**



**Abertura da Vala**



**City Gate**



**Cobertura**



**Concretagem**



**Desfile**



**Estocagem de Tubos**



**Pigs**



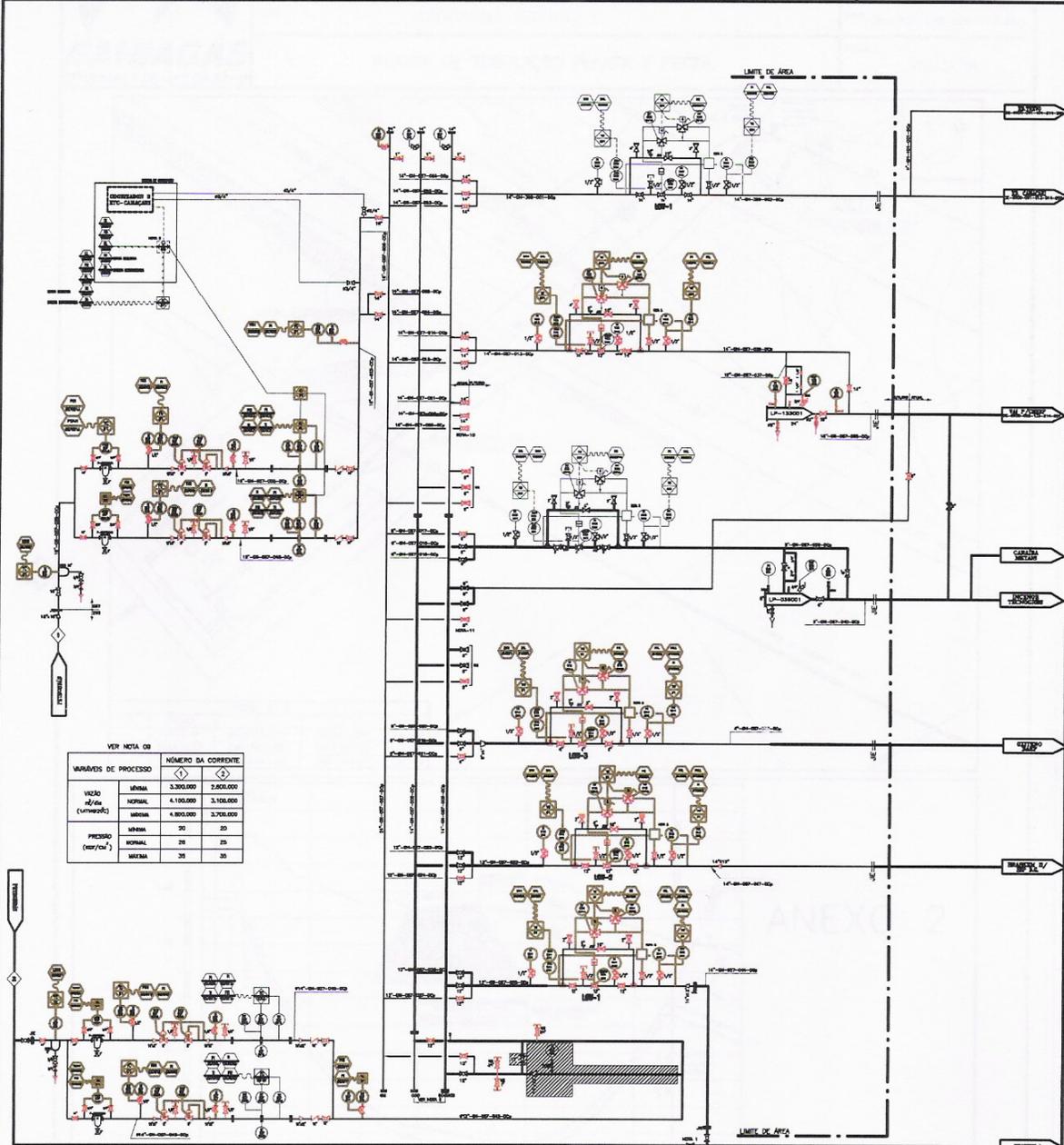
**Teste Hidrostático**



**Transporte de Dutos**



NÚMERO		DE-6000-001-057-514-201		REV. 0	
CLIENTE OU USUÁRIO		BAHIAGÁS - COMPANHIA DE GÁS DA BAHIA		DATA 24/05/06	
ÁREA		POLO PETROQUIMICO DE CAMAÇARI		FOLHA 01/01	
OBRA		ETC - CAMAÇARI		ARQ. DE-001-057-514-201.DWG	
TÍTULO		FLUXOGRAMA DE ENGENHARIA		ESCALA INDICADA	



VER NOTA 08

VARIÁVELS DE PROCESSO	NÚMERO DA CORRENTE	
	◇	◇
VEZÃO m³/dia (turnover)	MÍNIMA 3.300.000	MÁXIMA 2.800.000
	NORMAL 4.100.000	3.100.000
	MÍNIMA 4.800.000	3.700.000
PRECISÃO (bar/col)	MÍNIMA 20	20
	NORMAL 25	25
	MÁXIMA 30	30

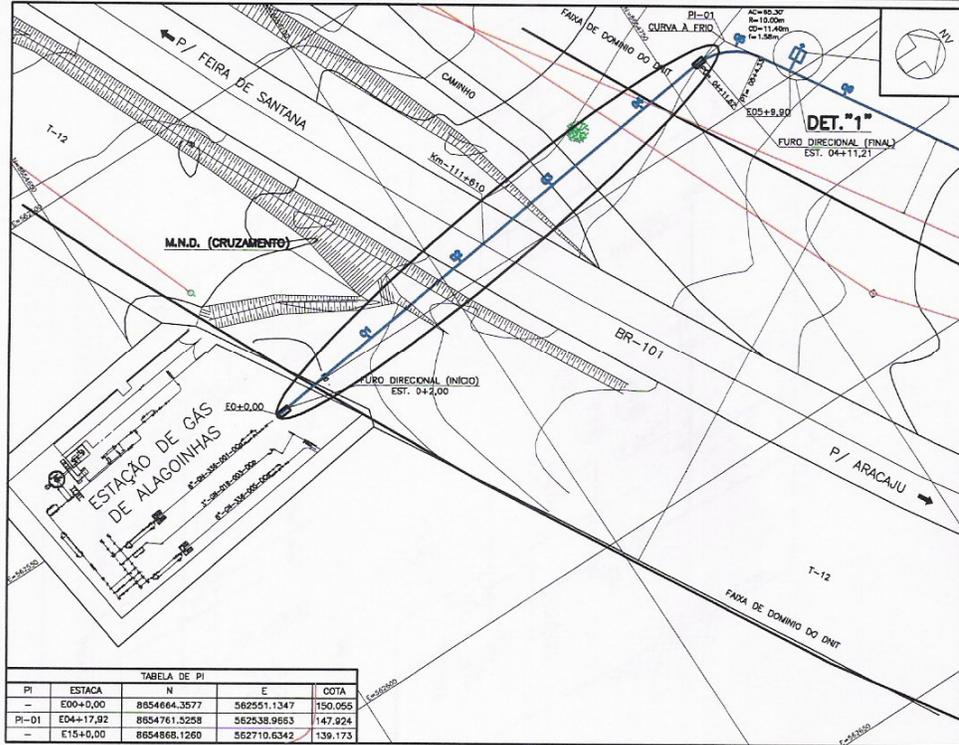
**LEGENDA**

	VALVULA SELEÇÃO C/ REARTE MANUAL		INSTRUMENTAÇÃO
	DIREÇÃO		INDICAÇÃO DE RETENÇÃO (HRS)
	VALV. NORMALMENTE FECHADA.		TUBULAÇÃO A SER REMOVIDA
	REDUÇÃO		TUBULAÇÃO SEM
	VALVULA GLOBO		TUBULAÇÃO EXISTENTE
	VALVULA DE BLOQUEIO AUTOMÁTICA		NÃO PROJETO
	VALVULA ESPERA		INDICAÇÃO MANUAL DE MANUTENÇÃO (DEVIA DO SUPRIMENTO - M)
	SINAL DE SOFTWARE		CONDIÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO AUTOMÁTICA
	SINAL ELÉTRICO		CONDIÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO MANUAL
	SINAL DE MÃO		

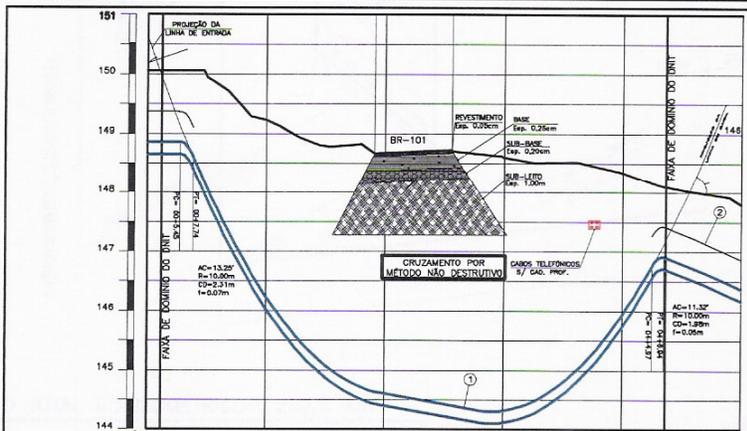
ANEXO 1



NÚMERO		DE-6000-005-336-200-006		REV.	0
CLIENTE OU USUÁRIO		BAHIAGÁS - COMPANHIA DE GÁS DA BAHIA		DATA	
ÁREA		ALAGOINHAS		24/05/06	
OBRA		ALAGOINHAS INTERNO I		FOLHA	
TÍTULO		PLANTA DE TUBULAÇÃO PLANTA E PERFIL		01/01	
				ARQ. DE-005.336.200.006.dwg	
				ESCALA	
				INDICADA	



PI	ESTACA	N	E	COTA
—	E00+0,00	8854664.3577	562551.1347	150.055
PI-01	E04+17,92	8854761.5258	562538.9653	147.924
—	E15+0,00	8854868.1260	562710.6342	139.173



ANEXO 2

ESTADUEAMENTO	E 00	E 01	E 02	E 03	E 04	E 05	
COTAS	TERRENO	150.055	148.225	148.574	148.599	148.335	147.797
	GERATRIZ SUP. DO GASODUTO	146.853	146.220	144.598	144.313	145.923	146.353
METRAGEM DESENVOLVIDA	300,74m						
TUBULAÇÃO	Ø NOMINAL ESP. a8"						
MATERIAL	AÇO CARBONO - API-SL Gr B, C / OU S/COSTURA, EXTREMIDADES CHANFRADAS, ANSI B 16.25, DIMENSÕES CONF. ANSI B 36.10 - e=8,20mm						
REVESTIMENTO (m)	POLIETILENO EXTRUDIDO						
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	ARENOSO						
TIPO DE CONSTRUÇÃO	CLASSE 3						
PROTEÇÃO DA TUBULAÇÃO	MARCOS E PLACAS DE SEGURANÇA CONFORME N-2206						

**ANEXO B**

**RELATORIO DE ESTAGIO.**

**EMMANUEL FIGUEIREDO**

**ASPECTOS TECNICOS E PRATICOS DO SISTEMA DE AUTOMACAO E PROCESSO NAS  
ESTACOES DE DISTRIBUICAO DE GAS NATURAL UTILIZANDO O SIMULADOR I – FIX  
PELO METODO SCADA.**

**Natal –RN**

**Setembro de 2007.**

**EMMANUEL FIGUEIREDO**

**ASPECTOS TECNICOS E PRATICOS DO SISTEMA DE AUTOMACAO E PROCESSO NAS  
ESTACOES DE DISTRIBUICAO DE GAS NATURAL UTILIZANDO O SIMULADOR I – FIX  
PELO METODO SCADA**

Relatório apresentado junto ao curso de Engenharia Química da UFRN como pré-requisito em disciplina – Estagio Supervisionado, visando a conclusão do curso de graduação em Engenharia Química.

Orientador(a):

Dr(a). Maria de Fátima Dantas Medeiros.

Supervisor:

Tec. Rayeliton Barreto Galiza.

Departamento de Engenharia Química.  
Centro de Tecnologia (CT)  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Natal – RN  
Setembro / 2007.

# AGRADECIMENTOS

Inicialmente, um agradecimento especial a DEUS, sede de toda sabedoria, pelo inconfundível e zeloso amparo nos momentos difíceis, e que nos criou e nos abençoa diariamente com a dádiva da vida, do conhecimento e da vontade de sempre superar os desafios.

Agradecemos à diretoria da Bahiagás, em particular ao diretor técnico comercial Eduardo Barreto ao Gerente de operação o Eng. Mecânico Ivan Luiz Leite Santana ao Eng. Químico Francisco Bacelar e ao Técnico Rayeliton Barreto Galliza, que contribuíram para o êxito deste estágio, aos colegas do curso que ajudaram a superar as adversidades encontradas nas disciplinas iniciais. Ao corpo docente, pela dedicação em compartilhar conhecimentos, aos funcionários da bahiagás pelo apoio constante.

Um agradecimento ao Professor Dr. Romualdo Vidal e Professor Dr.(a). Maria de Fátima Medeiros, a mais gratidão e reconhecimento aos seus ensinamentos científicos, á sua proficiente e inestimável orientação, ao apoio e por compartilhar a sua experiência profissional nos mais minucioso detalhes para o nosso crescimento e amadurecimento ao longo do nosso convívio.

A todos, os mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades realizadas pelo aluno Emmanuel Figueiredo, do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, durante o período do seu Estágio Supervisionado realizado na Empresa de distribuição de Gás Natural BAHIAGÁS, dentre as sedes existentes no estado da Bahia, localizado no pólo petroquímico de Camaçari, no setor de operações, no período de 02 de Janeiro de 2007 a 10 de Setembro de 2007, com uma carga horária total de aproximadamente 700 horas, sendo supervisionado pelo Técnico e Analista de Sistemas Rayeliton Galliza e coordenado pela professora Dr(a). Maria de Fátima Dantas Medeiros, do Departamento de Engenharia Química da UFRN. A disciplina de Estágio Supervisionado é de fundamental importância, pois proporciona ao aluno uma maior integração entre empresa e universidade, fazendo com que ele aplique na prática os conhecimentos teóricos adquiridos na universidade, além de prepará-lo a encarar melhor o mercado de trabalho. Durante o Estágio Supervisionado, o aluno, além de participar do dia-a-dia da empresa, pode adquirir conhecimentos não só no trabalho como também em sua vida.

# SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS .....	6
CAPITULO 1: Introdução.....	7
CAPITULO 2: A Empresa. ....	8
2.1 Historia na Industria de Petróleo no Brasil .....	8
2.2 Metodologia Utilizada .....	9
2.3 Estrutura Organizacional e Atuação da BAHIAGAS .....	11
CAPITULO 3: Fundamentação Teórica .....	12
3.1 - O Gás Natural .....	12
3.2 - Origem .....	12
3.3 - Classificação .....	12
3.3.1- Gás Associado.....	12
3.3.2- Gás Não – Associado .....	12
3.4 – Produção e Processamento .....	13
3.5 – Transporte e Distribuição .....	14
3.6 - Segmentos .....	14
3.6.1 – segmento Industrial .....	14
3.6.2 –Segmento Comercial .....	15
3.6.3 – Segmento Residencial .....	16
3.6.4 – Segmento Veicular .....	17
CAPITULO 4: O Sistema de Automação SCADA I-FIX 3.0 .....	18
4.1 Objetivos do Sistema de Automação .....	18
4.2 Vantagens do Sistema .....	18
4.3 Arquitetura Típica do Sistema SCADA .....	19
4.4 Processo Aplicação .....	20
4.5 tipos de Ação de Controle de Aquisição de Dados.....	20
4.6 Elementos de campo Típicos .....	20
4.7 O Simulador I-FIX .....	22
4.8 ERPM: Estação de Redutora de Pressão e Medição .....	22
CAPITULO 5 : Atividades Desenvolvidas .....	23
5.1 Levantamento de Dados .....	23
5.2 Solução e Propostas .....	24
CAPITULO 6 : Conclusão .....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação do Gás Natural .....	13
Figura 2 – Arquitetura do Sistema SCADA .....	18
Figura 3 – Sistema SCADA .....	18
Figura 4- Instalação Típica de Uma ERPM de Distribuição de GN .....	22

# 1. INTRODUÇÃO

Neste relatório serão descritas as atividades realizadas durante o período do estágio na CIA de GAS da BAHIA – BAHIAGÁS. Estas atividades consistiram na criação de uma padronização das variáveis do campo para a implantação do sistema de automação – nas bases de distribuição de gás natural situada no pólo petroquímico de Camaçari e em Salvador /BA , além da criação de algumas telas para acompanhamento desse processo.

O estagio na BAHIAGAS teve como objetivo geral mostrar ao aluno a realidade de uma empresa na área do Gás, possibilitando uma maior interação entre a empresa e a universidade, assim como possibilitar ao aluno adquirir experiência e dar-lhe a oportunidade de fazer uso dos conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida acadêmica.

O relatório encontra-se dividido em capítulos para uma melhor distribuição e compreensão das atividades desenvolvidas. No primeiro capítulo, como pode ser visto acima, temos a introdução deste relatório, contendo uma pequena descrição das atividades realizadas no estagio, assim como o objetivo do mesmo. No segundo capítulo são descritas as informações da empresa, contendo um breve histórico da mesma, o qual se inicia com a historia da indústria do petróleo e gás no Brasil e metodologia utilizada. Outras informações contidas neste capítulo são a Estrutura Organizacional da empresa e suas atividades no estado da Bahia.

No terceiro capítulo é apresentada uma fundamentação teórica do petróleo, do gás natural. No quarto capítulo temos a explicação do que é o sistema de Automação, onde podem ser vistas suas vantagens e sua arquitetura, a explicação das ferramentas clientes que foram utilizadas no estagio, assim como a forma em que os dados são armazenados e tratados neste sistema.

O quinto Capítulo apresenta a descrição das atividades desenvolvidas, que se constituíram na elaboração de telas do I-FIX relativos ao processo de distribuição de gás natural.

O sexto e o sétimo capítulos apresentam as conclusões e as referências bibliográficas consultadas, respectivamente.

## 2.A Empresa.

### 2.1 HISTORIA NA INDÚSTRIA DE PETROLEO E GÁS NO BRASIL.

O gás natural é conhecido há pelo menos dois mil anos, mas sua utilização era bastante dispersa até pouco tempo. Marco Pólo teria visto uma chama sendo alimentada com Gás Natural em 1273, num templo em Baku, existem registros de sua utilização em Roma, 50 a.C. e na China, 150 d.C. O primeiro aproveitamento comercial ocorreu em 1876, no oeste da Pensilvânia, quando J.N. Pew construiu uma pequena rede de gasodutos para recolher e vender no mesmo local, o gás natural antes queimado. Depois de sete anos, Pew estendeu os dutos até Pittsburg, a primeira cidade a ser abastecida com gás natural. Em 1889, J.D. Rockefeller criou a primeira indústria de gás natural, a Standard Gás Trust. No Brasil, o uso do gás natural, em grande escala, só ocorreu na década de 60, vinte anos após a primeira descoberta na Bahia. Em razão do crescente volume de gás associado ao petróleo descoberto na Bahia e de acordo com a política de substituição de importações de derivados em 1962, a Petrobrás instalou em Pojuca a primeira Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN).

Em 1971, foi inaugurada uma planta de gasolina natural, permitindo aumentar o fornecimento de gás liquefeito de petróleo e de gás natural "seco", elevando a disponibilidade para a aplicação nas indústrias como combustível, petroquímico e siderúrgico. O aumento na procura por gás natural foi resultado do começo da produção de amônia e uréia no novo "Conjunto Petroquímico da Bahia".

A descoberta tardia das reservas brasileiras tornou a utilização do gás natural uma prática recente no Brasil. Apenas nos últimos 20 anos, a produção e a oferta vêm crescendo significativamente, principalmente devido à exploração da Bacia de Campos (RJ). Além disso, as reservas brasileiras de gás natural associado ao petróleo, também dificultaram o aproveitamento deste produto como energético.

## 2.2 METODOLOGIA UTILIZADA.

A metodologia adotada é multidisciplinar, pois envolve assuntos de diversas disciplinas, contudo não será detalhista nem excessivamente acadêmica, mas acima de tudo informativa, dessa forma os resultados irão permitir a abertura de caminhos para a discussão e levantamento de hipóteses. Durante a pesquisa bibliográfica foi consultada internet, livros, a partir de diversas fontes: normas; regulamentos; publicações técnicas; monografias; outros relatórios de associações; catálogos técnicos; participação em seminários; apostilas; textos; palestras; além de várias visitas técnicas, que serviram de base para o desenvolvimento do relatório.

O gás natural sendo um combustível ecoeficiente conquista uma participação cada vez maior na matriz energética brasileira. Em todo o mundo, as atenções têm se voltado para tal combustível, não somente pelo seu potencial de prover estabilidade ao sistema elétrico e mitigar o risco hidrológico através da operação das usinas térmicas para geração de eletricidade, mas também pelos inquestionáveis benefícios ambientais que o gás natural apresenta frente a outras opções possíveis.

No Brasil, a Bahia figura entre os estados pioneiros na utilização do gás natural. Registros da Petrobras UN-BA comprovam seu uso na região do Recôncavo baiano desde 1940. O Estado tem grande tradição na utilização desse combustível, que se intensificou de forma significativa a partir de 1994, com o início das operações da Bahiagás, cujo propósito é prestar serviços relacionados à distribuição do gás natural canalizado no Estado. Neste ano, a participação do gás natural na matriz energética baiana foi estimada em 15%, o que coloca a Bahia na posição de 4º lugar entre os estados brasileiros.

Partindo-se do fornecimento de gás natural para uso como combustível nos diversos setores atendidos pela Bahiagás, e utilizando-se uma metodologia baseada em fontes bibliográficas de credibilidade, foram construídos cenários para estimar os benefícios do gás natural. A base da elaboração dos cenários foi a comparação com o uso de um outro combustível fóssil para atender à demanda dos setores. Esse uso pode ter de fato ocorrido numa fase inicial, havendo uma conversão para o gás natural; ou considerou-se um uso hipotético, baseado na prática mais comum no setor analisado, para os casos onde o gás natural foi a única opção do setor, desde o início das atividades.

Dessa forma, mensurou-se a redução da emissão de poluentes derivados da combustão pela utilização do gás natural. De maneira geral, o uso do gás nos setores analisados contribuiu enormemente para evitar a emissão de poluentes, e minimização de custos.

Do total do gás natural distribuído pela Bahiagás no período de 1995 a 200, 8,2 bilhões de m<sup>3</sup>, apenas 6,6 bilhões de m<sup>3</sup> foram considerados no estudo devido ao seu uso como combustível. O restante, 1,6 bilhões de m<sup>3</sup>, usados como matéria prima foi desconsiderada no projeto, pois se admitiu que esse tipo de uso não acarretasse emissões diferenciais, caso o gás natural fosse substituído pela nafta. Já no ano de 2003, do total de gás natural vendido pela Bahiagás, cerca de 1,2 bilhão de metros cúbicos (correspondente a uma média 3,27 milhões / dia) foi para combustível (85%) e 203 milhões de metros

cúbicos (equivalente a uma média de 556 mil m<sup>3</sup>/dia) foi utilizado como matéria-prima (15%). A quantidade de gás natural vendida como matéria-prima para a indústria petroquímica não foi considerada no estudo, pelas razões ressaltadas no parágrafo anterior.

Adotou-se nas premissas para determinação do nível de emissões uma postura conservadora, assumindo-se informações críveis de diversas fontes que foram ratificados pela Universidade Federal da Bahia – UFBA e pela Universidade Salvador - UNIFACS.

Apesar de mostrar que o gás natural constitui de fato uma excelente opção energética, o presente trabalho pode ser aperfeiçoado posteriormente. O fato de tratar somente com dados da Bahiagás torna o estudo possível de ser revisado num futuro próximo, já que a Petrobrás faz grande uso do insumo como combustível no Estado da Bahia. Seria interessante, assim, complementar o trabalho com informações que possam dar embasamento para se falar em benefícios no Estado da Bahia, e não somente benefícios a partir da operação Bahiagás. Fica como sugestão, também, o aprimoramento mais rigoroso no sistema de automação e medição, onde busca novas metas para o melhoramento e monitoramento do gás. A oferta de gás natural no Estado a partir de 2007 deverá dobrar, em função da entrada em operação do campo de Manati, localizado na Bacia de Camamu, acarretando substancial acréscimo no consumo de gás natural. Esse aumento de consumo será imediato, uma vez que atualmente já existe um déficit muito de grande de gás natural no mercado baiano. Em decorrência do aumento de consumo do gás natural a partir de 2007, a Bahia terá aumentado ainda mais a participação desse insumo na sua matriz energética, consolidando a posição de liderança no mercado nacional (em 2003, a estimativa é que a participação do gás natural na matriz energética do Estado seja cerca de duas vezes maior que a média nacional). Os benefícios ambientais em função deste aumento de consumo deverão ser ampliados, beneficiando a população baiana com uma melhor qualidade de vida.

O gás natural representa um diferencial competitivo para a Bahia e um vetor de crescimento de uma energia ambientalmente adequada e economicamente viável, estando, portanto, em sintonia com os novos paradigmas globais, que preconiza os desenvolvimentos sustentáveis, comprometidos com a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente.

## **2. 3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E ATUAÇÃO DA BAHIAGAS.**

A Companhia de Gás da Bahia, empresa de economia mista cujos acionistas são: o Estado da Bahia, a Petrobras e a Mitsui, foi criada pela Lei 5.555 de 13 de dezembro de 1989 com a responsabilidade de distribuição e comercialização do gás natural no Estado. A importância da Bahiagás não se resume ao seu porte: quarta maior Companhia distribuidora de GN do país, contando com um quadro de 334 colaboradores de grande qualificação técnica, uma Rede de Dutos de 500 km e um faturamento previsto para este ano de cerca de R\$ 1Bilhão.

O seu papel estratégico está relacionado à importância do gás natural na matriz energética do Estado da Bahia (representa 16,0%, enquanto no Brasil é de 9,4%), sendo que 91,11% do produto comercializado se destinam ao consumo industrial, fundamentalmente do Centro Industrial de Aratu e do Pólo Petroquímico de Camaçari, e destes, 54% são consumidos nas formas consideradas mais nobres, como matéria-prima e co-geração. O Gás Natural como combustível fóssil mais limpo, menos intensivo em carbonos, é o ideal para a transição do uso intensivo de combustíveis fósseis para uma energia limpa e renovável cujo grande projeto é o Biodiesel. Apesar deste quadro favorável, a Bahiagás enfrenta atualmente importantes desafios que serão os focos principais da atuação da gestão que se inicia. Em primeiro lugar, o problema de suprimento de gás natural que gerou uma demanda reprimida, não térmica, de cerca de 1.010.000 m<sup>3</sup>/dia no ano passado e nos anos 2007/2008 poderá atingir 2.320.000 m<sup>3</sup>/dia. Enquanto as distribuidoras de gás do NE tiveram uma evolução média nas vendas de 32%, entre 2003 e 2005, a Bahiagás teve uma variação negativa de 16% (comercializava 3.972.000 m<sup>3</sup>/dia em dezembro de 2003, passando a comercializar 3.320.000 m<sup>3</sup>/dia em dezembro de 2005), devido à redução no suprimento de gás, apesar do número crescente de clientes. O segundo desafio, é a existência de contenciosos com grandes clientes, devido à redução do suprimento; gerando instabilidade no mercado e dificultando parcerias.

Finalmente os problemas regulatórios e de preços. Temos também desafios endógenos na companhia: incorporação do conceito de governança corporativa; implementação do planejamento estratégico; revisão do modelo organizacional; desenvolvimento do plano diretor de informática e ampliação do compromisso da Bahiagás com a responsabilidade social e ambiental. Nossa gestão já inicia com boas notícias: no último dia 10 de janeiro o IBAMA emitiu a licença de operação para a plataforma PMNT-1, que vai produzir no campo de Manati, na Bacia de Camamu, 6 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural ampliando a nossa oferta.

A Bahiagás será também beneficiária dos novos ventos que sopram na nossa terra. O novo quadro político institucional, resultante da reeleição do presidente Lula e da posse do governador Jacques Wagner, representa para o nosso setor de Gás Natural e para a nossa empresa uma singular oportunidade de superação destes macros obstáculos. Com o novo governo é possível construir consensos estratégicos entre os principais agentes do

mercado, superar os contenciosos, e resgatar o papel pró-ativo do Estado na política energética da Bahia.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.

### 3.1 GÁS NATURAL:

O gás natural é a porção do petróleo constituída por hidrocarbonetos leves (metano – cerca de 90%, etano e propano), baixos teores de hidrocarbonetos de peso molecular maiores e de contaminantes (nitrogênio, gás carbônico, água e compostos de enxofre), que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições de reservatório, e que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas de pressão e temperatura.

### 3.2 ORIGEM:

Os processos naturais de formação do gás natural são devido à degradação da matéria orgânica por bactérias anaeróbias (fora do contato do ar), degradações da matéria orgânica e do carvão por temperatura e pressão elevadas e alteração térmica dos hidrocarbonetos líquidos. No processo natural de formação do planeta ao longo dos milhões de anos, a matéria orgânica fóssil proveniente do vegetal, da celulose e da lignina, oriunda de quantidades extraordinárias de microorganismo que, nos tempos pré-históricos se acumulavam nas águas litorâneas dos mares da época. Essa matéria orgânica foi soterrada em grandes profundidades devido ao efeito de movimentos de acomodação da crosta terrestre, sofreu um processo gradual de cozimento, transformando-se em linhito, carvão negro, antracito, xisto carbonífero e metano.

A matéria orgânica fóssil proveniente de algas e matéria animal não sofreu o processo de cozimento e deu origem ao petróleo, que durante seus últimos estágios de degradação, apresenta-se como condensado volátil associado a hidrocarbonetos gasosos com predominância do metano.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO:

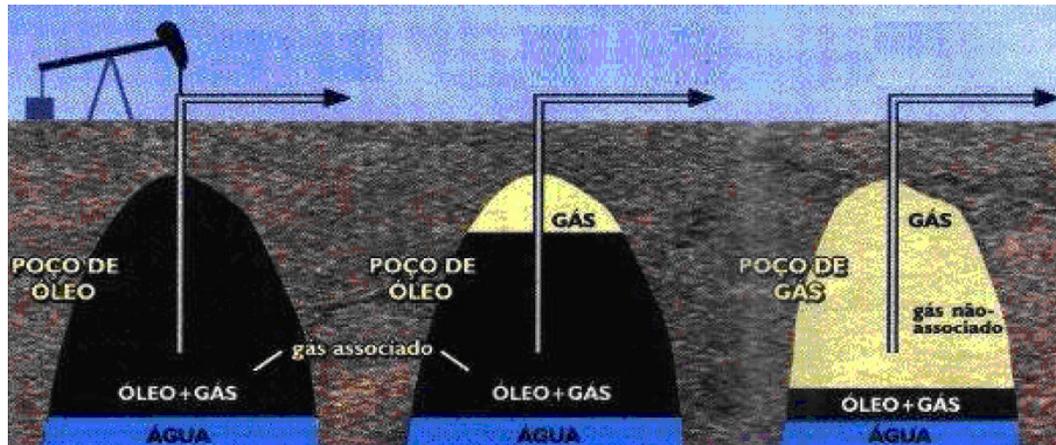
Na natureza, o gás natural é encontrado acumulado em rochas porosas no subsolo, freqüentemente acompanhado por petróleo, constituindo diferentes tipos de reservatórios, podendo ser associado ou não-associado.

3.3.1 Gás associado: é aquele que, no reservatório, está dissolvido no óleo ou sob a forma de capa de gás. Neste caso, a produção de gás é determinada diretamente pela produção do óleo. Caso não haja condições econômicas para a extração, o gás natural é reinjetado na jazida ou queimada, a fim de evitar o acúmulo de gases combustíveis próximos aos poços de petróleo.

3.3.2 Gás não-associado: é aquele que, no reservatório, está livre ou junto a pequenas quantidades de óleo. Neste caso, só se justifica comercialmente produzir o gás. As maiores ocorrências de gás natural no mundo são de gás não-associado. O gás natural não-associado é mais interessante do ponto de

vista econômico, devido ao grande acúmulo de propano e de hidrocarbonetos mais pesados.

Fig.1:Classificação do gás natural



Fonte: BAHAGÁS, 2007.

### 3.4 PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO.

Após ser extraído dos reservatórios, o gás passa inicialmente pelos vasos separadores, onde são retirados a água, os hidrocarbonetos em estado líquido e as partículas sólidas (produtos de corrosão, pó etc.). No caso de haver contaminação por compostos de enxofre, o gás é enviado para Unidades de Dessulfurização, onde essas substâncias são retiradas. Após esses tratamentos, uma parte do gás é utilizada para recuperação do petróleo nos reservatórios e o restante segue para as unidades de processamento.

Nas Unidades de Processamento de Gás Natural, as UPGN's, os componentes do gás natural são separados em produtos especificados e prontos para utilização. Nesta etapa, o gás é desidratado, ou seja, o vapor d'água é retirado, e fracionado. Nesse fracionamento são obtidos: metano e etano; propano e butano; pentano, hexano, heptano e hidrocarbonetos superiores.

Os produtos obtidos nesse processo são:

- Gás processado ou residual, formados pelo metano e etano;
- GLP (gás liquefeito do petróleo, o "gás de cozinha"), formado pelo propano e butano; e
- Gasolina natural, formada pelo pentano, hexano e heptano.

### **3.5 TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO.**

O gás natural pode ser transportado até os centros consumidores nos estados gasoso, líquido ou comprimido. No primeiro caso, o transporte normalmente é realizado por dutos, conhecidos como gasodutos. Já no estado líquido, como o gás natural liquefeito (GNL), o produto pode ser conduzido por navios, barcas e caminhões criogênicos (com temperatura de 160 °C negativos). O transporte nesses caminhões possui a vantagem de haver uma redução em torno de 600 vezes o volume do gás, facilitando assim o armazenamento do mesmo. Para ser utilizado, o gás transportado desse modo deve ser revaporizado em equipamentos especiais. Em casos específicos, o produto pode ser transportado em cilindros de alta pressão, como o gás natural comprimido (GNC).

Após ser transportado, o gás é distribuído de forma a chegar aos diferentes consumidores. Em alguns casos, o gás natural é odorizado para ser detectado facilmente em caso de vazamento.

A Constituição Federal e a lei 9.478 estipulam que a distribuição de gás canalizado com fins comerciais junto a usuários finais é de exploração, ao exclusiva dos Estados, de forma direta ou por concessões.

### **3.6 SEGMENTOS:**

#### **3.6.1 Segmento Industrial:**

Na indústria, o Gás Natural é utilizado como combustível para fornecimento de calor, como matéria-prima em vários setores, tais como: químicos, petroquímico, metalúrgico, plástico, cerâmico, farmacêutico, têxtil, borracha e pneus, na geração de eletricidade e, mais recentemente, em projetos de co-geração de alta eficiência energética.



A Bahiagás está consolidada nesse segmento, principalmente nas áreas do Pólo Petroquímico de Camaçari (90%), Centro Industrial de Aratu, Distrito Industrial de Alagoinhas, Arembepe, Catu e Candeias.

### *Vantagens e benefícios:*

- ✓ **Economia**
  - A empresa consumidora só paga pela energia efetivamente consumida. O fornecimento é rigorosamente controlado.
  - O combustível é limpo e isento de enxofre, o que aumenta a vida útil dos equipamentos.
  - O consumo global de energia é reduzido.
  - Redução do capital de giro. O pagamento só é efetuado após o consumo.
  - Redução do custo de seguro, transporte e armazenagem. O gás natural já chega canalizado às indústrias, sendo acessível pela simples abertura de válvulas.
  
- ✓ **Qualidade:**
  - A pureza do gás natural assegura maior qualidade aos produtos processados sob sua ação térmica. Isto representa maior competitividade e receita para as empresas.
  
- ✓ **Segurança:**
  - Além de dispensar estocagem, o gás natural tem menor inflamabilidade e maior temperatura de ignição que a gasolina. O gás natural também é mais leve que o ar, o que faz com que ele se disperse rapidamente em caso de vazamento, evitando acidentes.
  
- ✓ **Meio ambiente:**

Com o gás natural não é necessário o uso de filtros e equipamentos antipoluentes. Os gases gerados na combustão são limpos e podem ser lançados diretamente na atmosfera.

### 3.6.2 Segmento Comercial:

A Bahiagás tem incrementado as suas redes de distribuição em perímetro urbano, o que abre a oportunidade para que pequenas indústrias e empresas do setor comercial possam se beneficiar das vantagens e da economia proporcionada pela utilização do gás natural. Ele é uma fonte de energia limpa e segura que pode ser utilizada na grande maioria das empresas, desde padarias e restaurantes, até hotéis, lavanderias e hospitais.



### *Vantagens e Benefícios:*

- O gás natural é mais seguro que o gás de botijão (GLP) pois em caso de vazamento se dispersa facilmente no ar, evitando acidentes.
- O custo de instalação do gás natural é mais baixo que o custo total de instalações elétricas.
- Aumenta a área útil do estabelecimento, pois não precisa ser estocado.
- Ideal para ambientes que exigem limpeza e segurança, pois é uma fonte de energia limpa e isenta de resíduos.
- Apresenta alto rendimento quando utilizado em caldeiras, condicionadores de ar, refrigeração e na cozinha.
- O gás chega através de tubulações, dispensando manuseio de botijões e controles diários.
- A empresa paga apenas pelo combustível que utilizar. Além disso a tarifa é escalonada, quanto maior o consumo, menor o valor cobrado por metro cúbico.
- Manutenção de equipamentos mais barata e menos freqüente, devido à eliminação de resíduos.
- Elimina-se os gastos com filtros e outros equipamentos de controle e assegura-se uma boa relação entre a empresa e o meio ambiente.

Obs.: Na região de Salvador, a Bahiagás disponibilizará, inicialmente, o Gás Natural Canalizado para os estabelecimentos comerciais localizados nas áreas da Pituba e Imbuí.

### 3.6.3 Sistema Residencial:

Com praticidade, segurança e modernidade, o Gás Natural pode ser usado em residências para climatização de ambientes, aquecimento de água e cocção de alimentos. Além disso, o mercado brasileiro já dispõe de modernos eletrodomésticos que são movidos pela energia gerada pelo Gás Natural, como lavadoras de roupas, secadora, fornos, etc.

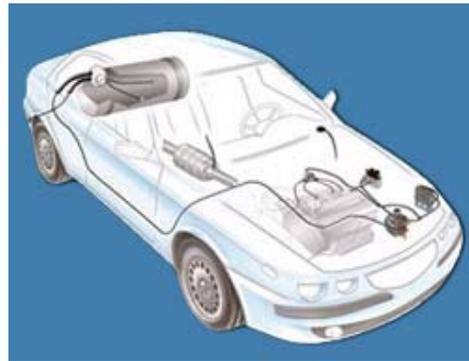


✓ *Utilização do Gás Natural nas residências:*

- Climatização de Ambiente: Centrais de Ar Condicionado e de Aquecimento.
- Cozinha e Banheiro: Água Quente em Pia, Banheira e Chuveiro, Forno/Fogão e Geladeira a Gás.
- Área de Serviço e Recreação: Churrasqueira a Gás, Piscina, Sauna, Lava-Roupa com Água Quente, Secadora e Tanque de Água Quente.

3.6.4 Sistema Veicular:

O gás natural como combustível de veículos é uma solução comum em diversos países, já que se trata de um combustível com melhor rendimento, mais econômico e com fator poluente mínimo se for comparado à gasolina, álcool e óleo diesel. O número de veículos convertidos cresce a cada ano como resultado das grandes vantagens que o gás natural oferece. Em território nacional, o proprietário de um carro com sistema de gás natural pode abastecê-lo em diversos estados, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.



✓ *Vantagens e benefícios:*

A principal vantagem de utilizar um veículo movido a gás natural veicular (GNV) é a economia, que pode ser de mais de até 70% em relação à gasolina ou álcool. Porém, existem muitos outros benefícios:

- vida útil do motor prolongada, pois não há depósito de carbono em suas partes internas;
- as trocas de óleo podem ser feitas em intervalos maiores;
- maior durabilidade do escapamento, pois não há enxofre no gás natural;
- segurança, devido aos rígidos padrões da conversão e do material utilizado;
- queima completa, não emitindo gases poluentes na atmosfera.

Além disso tudo, o GNV é um combustível que não pode ser adulterado, ou seja, você tem certeza de que está pagando um preço justo por um produto de qualidade.

O Gás Natural Veicular (GNV) é o mesmo Gás Natural utilizado na indústria, residências e estabelecimentos comerciais. A única diferença é a pressão, muito superior àquela utilizada em indústrias e residências. Limpo, atóxico e não-irritante, sua queima é mais limpa que a da gasolina, do álcool e

do diesel, fator que proporciona redução da emissão de poluentes na atmosfera, atendendo aos controles de poluição que são cada vez mais rigorosos.

A Bahiagás iniciou a sua operação no setor automotivo em 1994, fornecendo Gás Natural Veicular (GNV) para o posto Gasforte, em Catu. A demanda pelo GNV foi crescendo, principalmente devido à procura do combustível pelos taxistas, principais usuários do GNV. Naquela época, existiam muitos problemas: poucos postos, um pequeno número de postos comercializando o GNV e a distância dos pontos de abastecimento para o principal local de trabalho dos taxistas, a capital baiana.

OBS: Hoje, a realidade é outra. A Bahia já dispõe de 35 postos de GNV, 34 deles abastecidos diretamente pela Bahiagás e um através de carretas-feixe. Entre esses 35 postos, 25 estão localizados em Salvador.

## **4.O Sistema de Automação SCADA I-FIX .**

### **4.1 Objetivos do Sistema de Automação**

- Facilitar os Processos Produtivos, Otimizando Sistemas;
- Aumentar a Confiabilidade no Controle do Processos;
- Produzir em menor tempo bens com maior segurança, melhor qualidade de vida, melhor condição de trabalho e menor custo;
- Livrar o homem de tarefas repetitivas, ambientes perigosos e evitar grande esforço físico.

### **4.2 Vantagem do Sistema.**

Tipicamente, os sistemas SCADA (Sistema de Controle e Aquisição de Dados tem um conceito operacional e uma visão de acompanhamento voltados para o tempo real e solução de problemas relacionados ao processamento de distribuição de gás natural. Os sistemas supervisórios dispõem de um histórico, que normalmente ultrapassam um ou dois meses, tornando-se á análise comparativa do comportamento do processo hoje, no mesmo período do ano passado, ou nos últimos anos.

O sistema I-FIX é capaz de armazenar informações de processo com históricos que variam de 1 a 2 anos. Assim, é possível comparar informações entre vários períodos para a mesma variável, cruzar informações provenientes de células de processo distintas e basicamente efetuar qualquer análise nos dados históricos. Além disto, existem ferramentas prontas, utilizadas pelos usuários, para análises avançadas de processo.

Pode-se fazer consultas a quaisquer variáveis (Tags), instrumentos, descrição do processo, relatórios (diário, mensal). Outra importante vantagem do Sistema I-FIX relaciona-se ao seu banco de dados, onde tal base tem características não encontradas nos bancos de dados convencionais, como: grande capacidade de compactação e alta velocidade de resposta á consulta em sua base histórica. Devido a isto, e capaz de armazenar um grande volume de dados com recursos mínimos, se comparado ás soluções convencionais.

### 4.3 Arquitetura Típica de um Sistema SCADA.

Mostra de forma simbólica os equipamentos principais do sistema, sua localização física e de que maneira se interligam (SDCD, CLP, Etc). Neste documento devem estar claros os tipos de redes, os meios de comunicação e os protocolos utilizados.

✓ *Divisão do Sistema:*

*Scada de Camaçari (CSC-1)*

O sistema constitui 02 IHM's interligadas através de uma rede Ethernet TCP/IP. Cada IHM está ligada em RS-232 a 03 modems e a 01 rádio moldem.

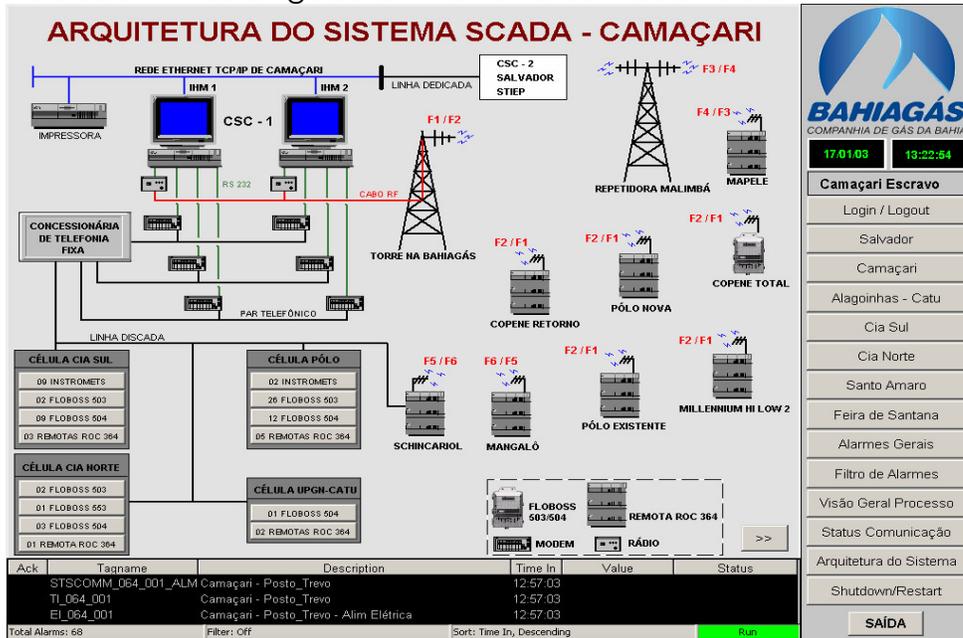


Fig. 2 : Arquitetura do Sistema SCADA.

*Scada de Salvador (CSC-2)*

O sistema constitui 02 IHM's interligadas através de uma rede Ethernet TCP/IP. Cada IHM está ligada em RS-232 a 01 modem.

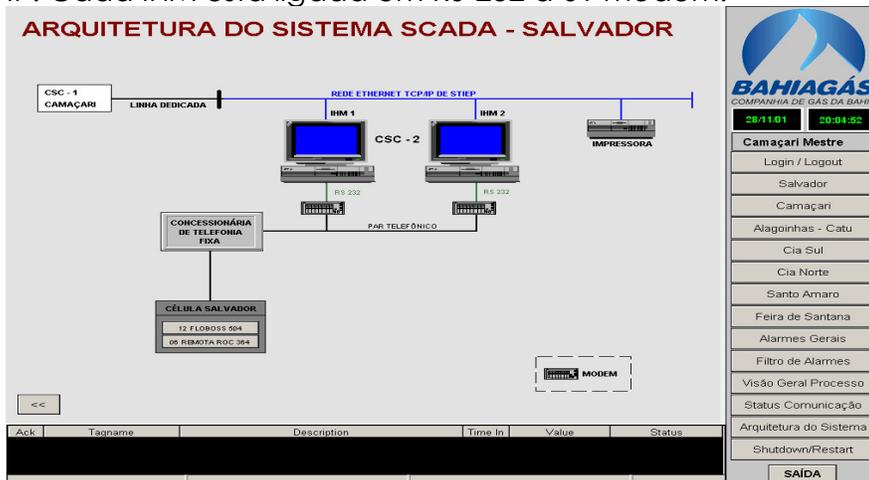


Fig. 3: Sistema SCADA

#### **4.4 Processos Aplicáveis.**

- ✓ Instalações de produção de óleo e gás
- ✓ Gasodutos, oleodutos, dutos para transporte de água, produtos químicos, etc.
- ✓ Sistemas de transmissão de energia elétrica
- ✓ Sistemas de monitoração de ferrovias
- ✓ Sistemas de Irrigação

#### **4.5 TIPOS DE AÇÕES DE CONTROLE E AQUISIÇÃO DE DADOS**

- ✓ Abrir ou fechar válvulas.
- ✓ Ligar ou desligar motores
- ✓ Abrir ou fechar chaves
- ✓ Enviar *set points*.
- ✓ Coletar medições e status de equipamentos.
- ✓ Monitorar alarmes
- ✓ Outros controles mais complexos

#### **4.6 ELEMENTOS DE CAMPO TÍPICOS.**

- ✓ Sensores (Pressão, Pressão diferencial, Vazão, Temperatura)

O sensor é o dispositivo que implementa a monitoração física de um fenômeno ambiental com isso gerando uma resposta que causa relatórios de medidas. Os sensores podem ser usados para monitorar ambientes que sejam de difícil acesso ou perigosos.

Tipos: Pressão, Pressão diferencial, Vazão, Temperatura.

- ✓ Transmissores (Pressão, Pressão diferencial, Vazão, Temperatura).

São dispositivos que são capaz de emitir respostas no campo para fins específicos.

Tipos: Pressão, Pressão diferencial, Vazão, Temperatura.

✓ Válvulas:

São acessórios mecânicos inseridos em pontos estratégicos que possuem algumas funções especificadas dentro do sistema maior, a depender da sua configuração e especificação. Tem-se válvulas esfera comum, com objetivo único de bloqueio de fluxo, válvulas de controle para pontos de operações especiais, válvulas de segurança em vasos de pressão ou de bloqueio automático de fluxo em linha contra possíveis rompimentos de dutos.

Tipos de válvulas que usam em estações de distribuição na Bahiagas.

✓ Válvulas reguladoras auto/piloto operadas

✓ Válvulas de bloqueio automático

✓ Válvulas de bloqueio manuais:

✓ Válvulas de alívio parcial

✓ Filtros

São equipamentos indispensáveis em uma estação de gás natural em que seu objetivo principal é remoção impurezas indesejáveis ao seu consumo. A bahiagas utiliza-se na maioria filtros do tipo Y ou cesto em suas estações.

✓ Manômetros

É um tipo de instrumento de medição de pressão que se baseia-se na lei de hooke( $F=K*X$ ) sobre elasticidade dos materiais. Esses equipamentos são essenciais na indústria de gás e petróleo onde é considerado um dispositivo de segurança e de controle de vazões em redes centrais de suprimento primário ou secundário de gases.

✓ medição de gás

O conceito de medição de gás natural está intimamente ligado aos aspectos de efetuar-se uma quantificação do volume ou energia transferida, notadamente em condições de escoamento contínuo. É o caso típico quando se opera com dutos de transporte de gás seja na saída da unidade produtora ou na entrada do consumidor final.

#### 4.7 Simulador I-FIX

O I-FIX é um simulador com interface Windows. Ele é utilizado no processamento de estações de distribuição de gás natural. Como os demais simuladores, ele oferece vários pacotes de equação de estado para o cálculo das propriedades termodinâmicas, sendo que para as atividades realizadas nesse trabalho. No simulador I - FIX após a escolha do modelo a ser utilizado pode também ser caracterizado o fluido de trabalho, este podendo ser um fluido real ou hipotético.

#### 4.8 ERPM :Estação de redução de Pressão e Medição.

Destina-se a controlar a pressão e a medir o volume de gás fornecido para redes de distribuição, são compostas basicamente de válvulas reguladoras, válvulas de bloqueio por sobrepressão, válvulas de alívio, filtros, medidores de vazão e instrumentos diversos (Manômetros, termômetros, corretores eletrônicos de volume, etc), variando a complexidade de acordo com a sua aplicação final. Cada estação é individualmente projetada, atendendo as normas nacionais e segurança exigidos pelas condições nas quais irá operar.

O ajuste e partida (start-up) destas estações podem ser acompanhados no "campo" por técnicos da empresa.

Estação segue norma ABNT NBR 12712

### CONFIGURAÇÃO TÍPICA DE UMA INSTALAÇÃO DE CAMPO NUMA ERPM

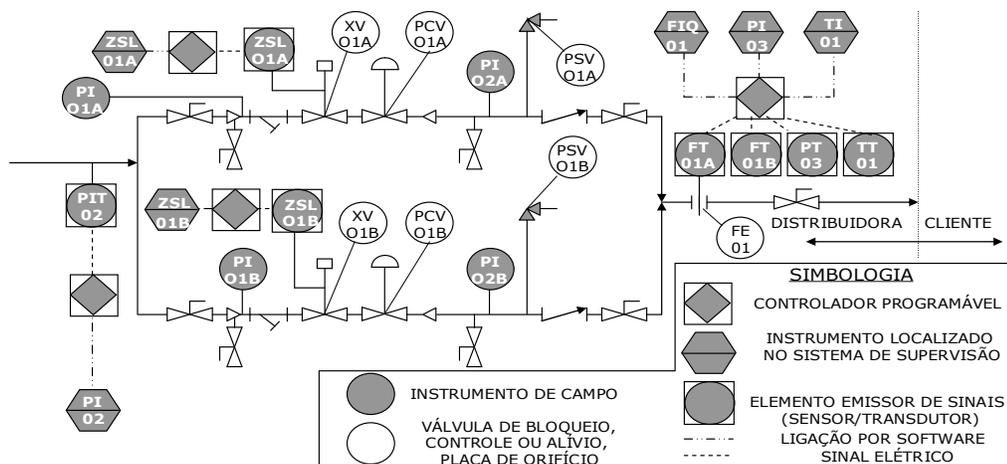


Fig 4: Instalação Típica de uma ERPM de distribuição de gás natural

## 5 Atividades Desenvolvidas

Durante o estágio supervisionado, as atividades realizadas consistiram no estudo e modificação de um sistema de Controle e aquisição de dados(SCADA) de variáveis de processos relativos ao processamento do Gas Natural na Bahiagas, que envolveu um estudo detalhado para elaboração de um padrão para modelagem dos processos e cadastramento de variáveis no I-FIX, além da elaboração do estudo da tela de interfaces.(telas de Instrumentos, processos, Históricos, alarmes e relatórios).

As atividades desenvolvidas podem ser agrupadas em etapas das quais podemos citar:

- 1 ) levantamento dos dados,
- 2 ) Soluções e propostas.

### 5.1 Levantamento de Dados:

Nesta etapa consiste com o recebimento das variáveis solicitadas pelo cliente. Após o recebimento, foi é feito o levantamento dos dados, o qual foi executado através de consultas ao supervisor SCADA, aos fluxogramas de engenharia e visitas ao campo.

No SCADA, inicialmente foi feita uma varredura em suas telas para a localização exata de cada variável. Após esta varredura foi analisada a descrição de cada variável e foram colhidas outras informações necessárias para a formação do padrão. Porém, nem sempre essas informações estavam disponíveis no sistema I\_FIX (relatórios, Alarmes), onde a variável não possuía uma descrição exata, ou, em alguns casos, não possuía descrição. Em muitas das vezes, também, as telas não estavam desenhadas de forma correta ou não estavam atualizadas, mostrando informações erradas, não se tornando por isso uma fonte muito confiável de informação.

A partir dos Fluxogramas de Engenharia, foi possível ter uma visão geral do processo em que a variável estava inserida, além de conseguir, em muitas das vezes, identificar a variável, a que instrumento determinada variável estava ligada e a localização exata desta variável no campo (a linha ou o instrumento a que a variável estava ligada). Porém, como no caso do SCADA , nem sempre as informações foram encontradas numa seqüência adequada, e, em função Padronização do Processo disso, a etapa de associação aos Fluxogramas de Engenharia tornou-se bastante dificultosa. Em alguns casos, os desenhos dos fluxogramas estavam despadronizados e/ou incompletos, faltando informações necessárias, tais como o nome da linha em que a variável se encontrava, os instrumentos pertencentes a um determinado equipamento, ou, quando tinha o instrumento, faltava o seu Tag. Por isso foi feito um levantamento geral de todos os fluxogramas de processo que estavam disponível no setor para elaborar um programa para padronização desses projetos de cada estação. A outra fonte de levantamento dos dados ocorreu através de visitas técnicas diárias a área operacional. Estas visitas foram de extrema importância, pois

nelas foi possível dirimir, de forma estruturada, dúvidas a respeito das divergências encontradas na identidade das variáveis pesquisadas nos fluxogramas. Foram obtidas informações necessárias diretamente nas instalações ou através dos operadores.

## 5.2 Soluções e Propostas.

Neste item visa apresentar de forma resumida o sistema de controle da bahiagas com suas respectivas soluções e novas propostas.

### 5.2.1 Abrangência do sistema atual.

160 pontos (132 ERPM's Industriais, 04 ETC's, 07 ED's, 02 ERP's, 15 Low's e 05 EDT's) .

53 pontos monitorados

-47 - Linha telefônica discada

-04 – Radio modem

-02 – Linha telefônica celular (GPRS)

107 sem monitoração.

Considerações:

- Sistema limitado à expansão de pontos (tempo de leitura e licenças);
- Custo elevado de operação e manutenção;
- Falha na comunicação por perda de sinal;
- Banco de dados individual por máquina;
- Não compartilha dados com o sistema de medição da Bahiagas;
- Precisa de contratação externa para configuração.

Leitura diária de 53 equipamentos

Tempo para 1 leitura: 4 minutos

Tipo de leitura: serial – “um por vez”

Tempo total atual:  $4' \times 53 = 212' = 3,5h$

Tempo para 160 equip. =  $1200' = 20h$

Tempo para 500 equip. =  $2000' = 32h > 24hs$

47 Linhas discadas (atual) = R\$58.400,00 (anual)

160 Linhas discadas = R\$198.808,00 (anual)

500 Linhas discadas = R\$621.276,00 (anual)

### 5.2.2 Abrangência do sistema futuro.

- 04 Centros Supervisórios de Controle;  
(Camaçari, Salvador, Feira de Santana, Alagoinhas etc);
- 284 Estações monitoradas (535% de aumento);
- Sem limites de ampliação;
- Interconexão entre diferentes fabricantes.

### Considerações:

- Tráfego de dados por telefonia celular GPRS;
- Leitura simultânea ("multi-thread");
- Rede de comunicação TCP/IP;
- Banco de dados Oracle;
- Compartilha dados com o sistema de medição;
- Ambiente WEB;
- Totalmente configurável pela Bahiagás.

### Modificações Necessárias.

- Novas Licenças para o sistema supervisorio;
- Novos modem`s celulares (tecnologia para o trafego de dados GPRS);
- Novos equipamentos de interface com o campo, com processo e IHM`s;
- Integração do novo sistema supervisorio com os novos equipamentos de processo.

#### Total Investimentos:

➤ 061 <i>Data Logger`s</i>	R\$ 2.425.000,00
➤ Programação de 10 UTR`s pela GEOPE/GEPRO);	R480.000,00 (sendo realizado
➤ 05 Chaves de Nível	R\$ 8.000,00
➤ 05 Cromatógrafos	R\$ 1.250.000,00
➤ 06 Válvulas de controle motorizada	R\$ 60.000,00
➤ Contrato de Integração	
(Incluindo o fornecimento dos <i>modem`s</i> , roteadores, <i>hardware e software</i> )	R\$ 2.360.000,00
➤ Total de investimentos	<b>R\$ 6.583.000,00</b>

## 6 Conclusão

O estágio supervisionado atingiu seu objetivo principal, que foi a execução de atividades específicas na área de atuação de um Engenheiro Químico. O contato direto com a Bahiagás trouxe um vínculo agradável e satisfatório, uma vez que proporcionou ao estagiário a execução e o aprendizado de um trabalho ao nível de responsabilidades do cargo de profissionais destas áreas de atuação (processo e automação).

A Bahiagás possibilitou a abertura de novos horizontes no que diz respeito à realidade do mercado de trabalho, relacionamento interpessoal e o dia-a-dia dentro de uma empresa. O estágio forneceu ao aluno a oportunidade de um contato aluno-empresa, proporcionando um benefício, tanto à empresa, quanto à Universidade, mostrando às várias atuações do engenheiro de Processo na indústria de Petróleo e Gás natural, enriquecendo assim os conhecimentos e consequentemente a experiência do aluno. Com relação as dificuldades encontradas no estágio durante o desenvolvimento dos projetos, as principais foram a falta de experiência e conhecimento aprofundado dos processos da empresa, por isso a orientação do supervisor do estágio revelou-se uma ferramenta indispensável para a superação das mesmas.

As visitas técnicas realizadas durante o estágio foram de enorme importância para a execução das atividades, uma vez que, no campo, foi possível ver o funcionamento dos processos na prática, proporcionando assim momentos de grande aprendizado. Em relação às atividades desenvolvidas, houve um grande enriquecimento dos assuntos abordados, dando ao estagiário uma autonomia de desenvolvimento de telas de processos, fazendo uso da ferramenta cliente I-FIX 3.0 do SCADA, com a finalidade de visualização de processos e análise de variáveis, inclusive variáveis críticas, por parte de pessoas que não estejam necessariamente junto à variável no campo.

Os resultados foram plenamente alcançados de forma satisfatória no decorrer do estágio, e por isso, o mesmo cumpriu o papel a que se propunha, proporcionando ao estagiário a realidade do que é o trabalho de um engenheiro Químico em uma empresa de grande porte.

## Referências Bibliográficas.

[1] BAHAGAS. Disponível em: <http://www.bahagas.com.br>, 2007.

[2] AINST. Disponível em: <http://www.ainst.com.br>, 2007.

[3] INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA. ANSI/ISA S5.1: Instrumentation symbols and identification. New York, 1984.

[4] THOMAS, J. E. Fundamentos de engenharia de Petróleo. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2001

[5] BAHAGAS - Sistema de Informação: SCADA fundamentos. [S.l.], 2006.

[6] RIBEIRO, M. A. Instrumentação. 9. ed. [S.l.], 2003. Apostila