



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA**

ANA CLARA NEVES SILVA

**CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS APLICADOS A REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL: ESTUDO DE CASO ALGÁS - GÁS DE
ALAGOAS**

Rio Largo–AL

2017

ANA CLARA NEVES SILVA

**CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS APLICADOS A REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL: ESTUDO DE CASO ALGÁS - GÁS DE
ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Arthur C. F. Tavares

Rio Largo–AL

2017

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S586c Silva, Ana Clara Neves
Critérios de qualidade de dados espaciais aplicados a redes de distribuição de gás natural: estudo de caso ALGÁS – Gás de Alagoas / Ana Clara Neves Silva. – 2017.
54 p. ; il.
Monografia de Graduação de Engenharia de Agrimensura (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Arthur C. F. Tavares
Inclui bibliografia
1. Gás natural 2. Documento Conforme Construído (DCC) 3. Dados espaciais I. Título

CDU: 528

ANA CLARA NEVES SILVA

**CRITÉRIOS DE QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS APLICADOS A REDES DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL: ESTUDO DE CASO ALGÁS - GÁS DE
ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura
pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas.

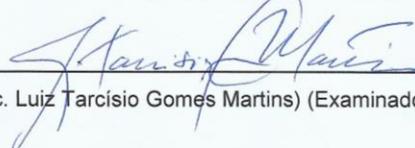


(Prof. Dr. Arthur Costa Falcão Tavares) (Orientador)

Banca Examinadora:



(Prof. M.Sc. Almir Camargos) (Examinador Interno)



(Prof. M.Sc. Luiz Tarcísio Gomes Martins) (Examinador Interno)

DEDICATÓRIA

Dedicado a meus Pais, Maria Teresa e José Aroaldo (in memória) e ao meu avô José Maximino (in memória).

AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha vida muita coisa me foi tirada, mas também muito me foi dado. Hoje uma etapa da caminhada se encerra, um dos sonhos de infância se realiza. Só posso agradecer primeiramente a Deus, mestre de todas as coisas, que me capacitou e me deu forças para chegar até aqui. Aos meus pais, José Aroaldo que mesmo ausente fisicamente, esteve sempre vivo em meu pensamento me motivando a dar o melhor de mim para lhe orgulhar onde estivesse, a minha mãe, Maria Teresa uma mulher sem explicação, meu exemplo de vida, minha guerreira que esteve presente em todos os momentos dessa jornada, sendo mãe, amiga e companheira. Aos meus irmãos Aline e Thiago, obrigada por terem segurado a barra quando tive meus momentos de angústia, por me apoiarem e incentivarem.

Ao meu namorado Fernando, por ter compreendido meus momentos de aflição, pelo apoio nos momentos difíceis.

Deus me permitiu encontrar pessoas maravilhosas nessa jornada, grandes mestres que contribuíram bastante para meu aprendizado, dentre eles a equipe da Gerência de Engenharia da Algás - GEEN, onde passei dois anos de inteiro aprendizado, onde fiz grandes amigos. Aos meus amigos e companheiros de Graduação em especial, Marcela e Marcos que foram verdadeiros amigos. A meus professores da graduação, que me incentivaram a sempre procurar o melhor, meu orientador professor Arthur que foi um grande incentivador e amigo.

Aos meus amigos de vida, família que eu escolhi para mim, que perdoaram minhas ausências e não deixaram de serem meus melhores.

RESUMO

SILVA, A. C. N. Critérios de qualidade de dados espaciais aplicados a redes de distribuição de gás natural: estudo de caso ALGÁS - Gás de Alagoas. 2017. Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Devido ao aumento da demanda do uso do solo por diferentes redes de infraestrutura urbana subterrânea (água, esgoto, gás natural, elétrica, telefone, entre outras) se faz necessário um sistema de gerenciamento destas redes cada vez mais eficiente. Por possuir uma demanda diária de compartilhamento de dados espaciais devido à constante necessidade de expansão de redes e equipamentos de gás natural. Foi com base nesta necessidade que o presente trabalho foi desenvolvido para apresentar de uma forma detalhada, a importância da qualidade de dados espaciais padronizados, para um bom gerenciamento das Redes de Distribuição de Gás Natural – RGDN. Este trabalho foi desenvolvido com base em uma análise pontual das não conformidades apresentadas nos Documentos Conforme Construídos – DCC’S, onde os dados trabalhados foram diretamente retirados dos DCC’s, da Gás de Alagoas – Algás. Ademais, os resultados podem auxiliar na percepção dos critérios de qualidades dos dados espaciais específicos a esta área.

Palavras-chave: Gás Natural, Documento Conforme Construído (DCC), Dados espaciais.

ABSTRACT

SILVA, A. C. N. Critérios de qualidade de dados espaciais aplicados a redes de distribuição de gás natural: estudo de caso ALGÁS - Gás de Alagoas. 2016. Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Due to the increasing demand for land use by different underground urban infrastructure networks (water, sewage, natural gas, electricity, telephone, among others) an increasingly efficient management of these networks is necessary. Because it has a daily demand for spatial data sharing due to the constant need to expand natural gas networks and equipment. It was based on this need that the present work was developed to present in a detailed way, the importance of the quality of standardized spatial data, for a good management of the Natural Gas Distribution Networks - RGDN. This work was developed based on a punctual analysis of the nonconformities presented in Conforming Documents - DCC'S, where the data were directly extracted from DCC's, from Alagoas Gas - Algás. In addition, the results can help in the perception of the quality criteria of the spatial data specific to this area.

Keywords: Natural Gas, Document As Built (DCC), Spatial data.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Tubulações mais utilizadas	15
Figura 02	Sistema de transporte e distribuição de gás canalizado	07
Figura 03	Vantagens e Desvantagens do modelo Matricial e Vetorial	19
Figura 04	Níveis de abstração de aplicações geográficas.	22
Figura 05	Evolução da Cartografia Digital.	25
Figura 06	Diferenças entre precisão e exatidão	27
Figura 07	Avaliação e informe dos resultados da qualidade dos dados.	29
Figura 08	Subelementos de qualidade dos geodados	30
Figura 09	Metodologia do trabalho	34
Figura 10	Lista de materiais em uma obra de ramal.	36
Figura 11	<i>Viewports</i> de detalhes, de localização, e de rede implantada.	36
Figura 12	Perfil de rede de um ramal de ligação do cliente.	37
Figura 13	Perfil de uma extensão de rede.	38
Figura 14A	OD do Tê Carga	39
Figura 14B	OD da Curva de 90°	39
Figura 14C	OD da Luva	39
Figura 14D	OD da Válvula de bloqueio	39
Figura 14E	OD do Trecho da tubulação	39
Figura 15	<i>Base point</i> da Válvula de bloqueio.	40
Figura 16	Conectividade entre a Válvula de bloqueio e a tubulação	40
Figura 17	Descrição das conexões utilizadas	41
Figura 18	Padrão de Escalas da Algás	41
Figura 19	Estaqueamento em um ramal de ligação de cliente	42
Figura 20	Representação do estaqueamento em uma extensão de rede	42
Figura 21	Erro de localização de uma extensão de rede	43
Figura 22	Erro de localização do ramal	43
Figura 23	Ramal implantado no lote errado	44
Figura 24	Índice de aprovação e reprovação dos DCC's analisados	45
Figura 25	Incidência anual de aprovação e reprovação dos DCC's	46
Figura 26	Erros mais frequentes	47

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALGÁS	Gás de Alagoas
AM	<i>Automated Mapping</i>
CAD	<i>Computer Aided Drawing</i>
DCC	Documento Conforme Construído
EM	Estações de Medição de Consumo
ERP	Estação de Regulagem de Pressão
ERPM	Estações de Limitação de Preço e Medição de Consumo, para Clientes.
FM	<i>Facility Management</i>
GASBOL	Gasoduto Bolívia- Brasil
GN	Gás Natural
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ICA	<i>International Cartographic Association</i>
IG	Informação Geográfica
ISO	Organização Internacional para Padronização
LGN	Líquidos de Gás Natural
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
RDGN	Rede de Distribuição de Gás Natural
RRNN	Referência de Nível
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UPGN	Unidade de Processamento de Gás Natural

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Gás Natural	12
2.1.1	História do gás natural	13
2.1.2	Redes de Distribuição de Gás Natural – RDGN	15
2.1.3	Sistema de Distribuição de Gás Natural em Alagoas	18
2.2	Dados Espaciais	18
2.2.1	Estrutura de Dados Espaciais	19
2.2.2	Modelagem de Dados Espaciais	20
2.2.3	Abstração do mundo real	22
2.3	Qualidade Cartográfica	23
2.3.1	Noções sobre erros, incertezas e amostragem	25
2.3.2	Elementos de qualidade na Informação Geográfica (IG)	27
2.4	Cadastro de Rede	31
2.4.1	“ <i>As Built</i> ” ou Como construído	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	Pesquisa Bibliográfica	34
3.2	Descrição do Processo de Análise dos DCC’s	35
3.2.1	Comparação dos dados no AutoCad Map 3D	35
3.2.2	Tabela de Controle	44
3.3	Análise Final	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	Tabela de Controle	45
4.2	Comparação dos Dados no AutoCAD Map 3D	47
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

A empresa Gás de Alagoas - Algás vem ampliando nos últimos anos, a sua rede de distribuição, aumentando suas obras de infraestrutura e de apoio logístico, principalmente no que diz respeito à implantação de tubulações de gás natural. Essas ações fizeram com que a Algás ultrapasse a condição de distribuidora de gás natural e assuma seu papel efetivo no desenvolvimento do Estado de Alagoas e no mercado de gás natural brasileiro.

A Rede de Distribuição de Gás Natural – RDGN é uma estrutura que vai desde a atividade de exploração até a distribuição e utilização do gás. Essa estrutura abrange principalmente a zona urbana, tendo em sua maioria uma distribuição de natureza subterrânea. Existe uma grande preocupação com a localização das redes, e para isto pode-se utilizar os Documentos Conforme Construído – DCC. Os DCC'S aliados ao cadastro técnico da rede se tornam um importante conjunto de ferramentas para sanar a problemática da imprecisão da localização das tubulações. Servem também como um registro de execução de obras atendendo a necessidade de possuir informações de qualidade e precisão.

Com avanço na implantação de Redes de Distribuição de Gás Natural – RDGN no Brasil e mais especificamente no Estado de Alagoas aumentou-se a preocupação com a gestão destas redes subterrâneas. Assim, faz-se necessário um cadastro de rede eficiente, além de DCC'S bem elaborados. Assim que, quando solicitados, sejam documentos objetivos que contribuam para realização de trabalhos de manutenção, localização e tomadas de decisões quanto à rede de distribuição. Em uma base cartográfica a incerteza é inerente, visto que toda a coleta de dados possui erros associados aos instrumentos e métodos utilizados. Sabe-se que o erro se transmite e se propaga, razão pela qual o Engenheiro Agrimensor deve gerenciar a elaboração e a análise dos mesmos para que tenham uma boa qualidade técnica.

Segundo Vasconcelos (2007), as companhias concessionárias responsáveis pela gestão de serviços de infraestrutura urbana subterrânea vêm enfrentando um grande desafio no que se refere à localização das redes de infraestrutura implantadas. Isso se dá, dentre outros fatores, pela má qualidade do cadastro existente. Devido à cultura mantida durante anos, pouca importância foi dada ao cadastro técnico das redes, como também aos registros de execução de obras, os

“as built”. Muitas vezes, ou não existem ou as informações são pouco confiáveis e de baixa precisão. Dentre estas concessionárias podemos destacar as companhias de distribuição de água e de gás natural.

Com a demanda cada vez maior de informações espaciais, tem-se a cada dia o aumento na disponibilidade de dados espaciais que podem ser obtidos gratuitamente, além de equipamentos de medição e softwares cada vez mais amigáveis e de fácil utilização. Com toda esta demanda e a facilidade na manipulação e geração da informação geográfica, surgem cada vez mais usuários não especialistas ou até mesmo empresas que não são habilitadas para tal ofício. Este é apenas um exemplo no qual o cuidado com a qualidade posicional, geométrica, temporal ou temática das informações pode ser negligenciado no processo de análise ou produção de dados espaciais (GALO e CAMARGO, 1994; SANTOS, 2002; LUNARDI et al., 2012).

Ao investigar os dados espaciais Goodchild (2010) ressalta a importância do controle de qualidade de modo a garantir e especificar a acurácia dos mesmos, explicitando discrepâncias, omissões e incertezas, bem como definindo sua finalidade.

Logo, fica claro que num processo de avaliação da acurácia posicional em dados espaciais é essencial identificar incoerências e o nível de qualidade dos dados. Um dos principais objetivos do controle de qualidade posicional é criar soluções para a minimização e/ou a não propagação das incoerências deste dado. Com isso, pode indicar qual a possível utilização deste dado espacial em termos de extração de feições cartográficas e informações geométricas.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a importância da boa qualidade na elaboração dos DDC'S, para que o cadastro de rede de distribuição de gás natural atenda a necessidade técnica de critérios de qualidade dos dados espaciais, descrevendo metodologicamente a aplicação dos principais métodos de análise dos DCC's e indicando possíveis melhorias na elaboração dos mesmos. Conseqüentemente estas ações visam melhorar a gestão de dados e processos melhorando o relacionamento da Algás com as contratadas e facilitando a elaboração de DCC'S.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gás Natural

Segundo Vaz (2008) as seguintes definições de gás natural são normalmente encontradas:

- É a porção de petróleo que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições de reservatórios, e que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas de pressão e temperatura.
- É a mistura de hidrocarbonetos que existem 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.

O gás natural é um hidrocarboneto de origem semelhante ao petróleo: derivado da decomposição anaeróbica de matérias orgânicas. É composto basicamente de metano e de outros hidrocarbonetos (etano, propano, butano e pentano) em menores proporções, além de gases ácidos (hidróxido de enxofre e dióxido de carbono) e gases inertes (nitrogênio e, algumas vezes, hélio). O gás natural é incolor e inodoro, queimado com uma chama quase imperceptível, razão pela qual é obrigatória a adição de um odorante, que não altera suas condições de uso, mas permite se perceber com maior facilidade algum eventual vazamento.

Normalmente, este combustível é encontrado na natureza em reservatórios profundos no subsolo, podendo ser de dois tipos: “livre” ou “não associado”, quando é encontrado sozinho e “associado”, quando está dissolvido em petróleo. A proporção em que o petróleo e o gás natural se encontram misturados na natureza varia muito (BRITTO, 2002).

i) Quando há predominância de petróleo, este é que define as condições de exploração da jazida e o gás natural associado é um subproduto da produção do primeiro. Se não houver condições econômicas para o aproveitamento do gás natural, ele é reinjetado na jazida ou queimado, em queimadores de segurança (*flare*), para se evitar a criação de uma atmosfera rica em gases combustíveis no entorno das instalações de produção de petróleo. Por esta razão, as grandes companhias petrolíferas estatais ou multinacionais são responsáveis pela maior parte da produção mundial de gás natural.

ii) Quando o gás é dominante, ou seja, gás natural não associado, seu aproveitamento econômico é condição essencial ao desenvolvimento da produção. No mundo, as maiores ocorrências de gás são do tipo não associado.

O gás natural recebe um tratamento inicial, antes de sua comercialização, denominado secagem. Tal tratamento, normalmente realizado junto à jazida, é feito em unidades de processamento de gás natural (UPGN), resultando de um lado gás natural seco e de outros líquidos de gás natural (LGN). Durante o processo de secagem, são também removidos contaminantes ou reduzidos seus teores, para atender às especificações demandadas pelo mercado.

Além de apresentar maior poder calorífico, o gás natural se caracteriza por ser um energético “limpo”; ele é menos poluente, sua combustão é completa e não exige grandes tratamentos químicos para ser transportado e consumido. (BRITTO, 2002).

2.1.1 História do Gás Natural

De acordo com Manoel (2006) *apud* Rodrigues (2004), existem registros antigos apontam para a descoberta do gás natural na região do Irã entre 6.000 e 2.000 a.C. e que, na Pérsia, utilizavam o combustível para manter aceso o chamado “fogo eterno”, símbolo de adoração de uma das seitas locais. O gás natural já era conhecido na China desde 900 a.C., mas foi em 211 a.C. que o país começou a extrair a matéria-prima com o objetivo de secar as pedras de sal. Utilizavam varas de bambu para retirar o gás natural de poços com profundidade aproximada de 1.000 metros.

No que diz respeito à utilização comercial do gás natural é importante destacar a construção dos primeiros gasodutos em território norte-americano, mais precisamente na cidade Fredonia, Estado de Nova Iorque, em 1821, fornecendo energia aos consumidores para iluminação e cocção.

A utilização em grande escala do gás natural deu-se na Europa no final do século XIX, devido à criação do queimador Bunsen, em 1885, por Robert Bunsen, que misturava ar com gás natural, bem como a criação de um gasoduto à prova de vazamentos, isso em 1890. Ainda assim, as técnicas de construção eram modestas e os gasodutos tinham em média 160 km de extensão, impedindo o transporte de grandes volumes a longas distâncias, e, conseqüentemente, reduzindo a

participação do gás natural no desenvolvimento industrial, marcado no período pela presença marcante do óleo e do carvão.

No início do século XX, os avanços tecnológicos possibilitaram a construção de gasodutos de transporte para longos percursos o que favoreceu ao seu crescimento comercial. O mercado de GN era pequeno até antes da II Guerra Mundial. Entre 1927 e 1931, existiam cerca de 10 linhas de transporte de gás natural nos Estados Unidos, mas nenhuma com alcance interestadual.

O incremento no mercado de gás natural tornou-se evidente no pós-guerra e foi particularmente intenso até a década de 1960. Esse período foi responsável pela instalação de milhares de quilômetros de dutos, proporcionado pelos avanços em metalurgia, técnicas de soldagem e construção de tubos. Desde então, o GN passou a ser utilizado em grande escala pelos principais países industrializados, devidos às inúmeras vantagens técnicas, econômicas e ambientais.

A partir desses desdobramentos, o mercado de gás natural brasileiro iniciou seu desenvolvimento efetivo. Viabilizou-se, então, o gás natural como combustível substituto, principalmente para usos industriais. Não obstante o crescimento apontado pela ANP (2015) que apresentou as reservas provadas de gás natural em 155,8 trilhões de m³, a presença desse energético na matriz energética nacional ainda era considerado baixo.

As principais barreiras ao gás natural no Brasil sempre estiveram na ausência de consumidores cativos. Estes se acostumaram a utilizar outras formas de energia mesmo em usos finais que seriam mais bem atendidos pelo gás. Sem mercados imediatamente alcançáveis, a indústria do GN também deixou de investir em sistemas de transporte e distribuição que pudessem alcançar um número maior de consumidores. As décadas de 1980 e 1990 são marcadas por crises financeiras, problemas inflacionários crônicos e taxas de juros muito elevadas, impedindo, por conseguinte, o comprometimento de recursos públicos escassos em investimentos em infraestrutura de gás, cujo retorno econômico era duvidoso, além de estruturas jurídicas engessadas na participação exclusiva do estado nessa atividade econômica.

O início dos anos 2000 marca um novo ciclo para a indústria de gás brasileira. As vantagens do GN em relação a outros energéticos começam a ser absorvidas pela população consumidora. Há um suposto benefício ambiental específico relacionado ao uso do gás, cuja internalização pelos agentes econômicos é recente.

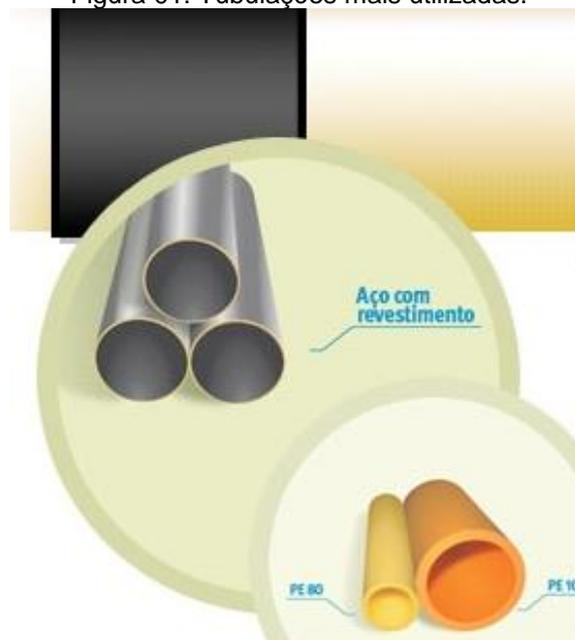
Ademais, o quadro de oferta de gás para o Brasil tornou-se virtuoso, inicialmente, com a disponibilidade de gás natural a partir do gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), o que viabilizou a disponibilidade de GN importado complementar a oferta doméstica.

2.1.2 Redes de Distribuição de Gás Natural – RDGN

Segundo Vaz (2008), as redes de distribuição transportam gás natural a baixas pressões, com tubulações de diâmetros menores do que as dos gasodutos de transporte (chamadas de linhas tronco ou linhas principais). Essas tubulações de propriedade das companhias de distribuição estaduais permitem a entrega de gás de forma pulverizada aos clientes de uma determinada região. É essa rede que recebe o gás dos gasodutos de transporte em um ponto de entrega ou estação de transferência de custódia conhecido também por *city-gat* e o leva até as indústrias e aos centros urbanos e por fim, até as residências dos consumidores finais. A rede de gás natural é tão importante e segura quanto às redes de energia elétrica, telefone, água ou fibra ótica, e contribuem para facilitar a vida das pessoas e impulsionar o comércio e as indústrias.

Os materiais normalmente empregados nas tubulações das redes de distribuição são: o ferro fundido, o aço e, mais recentemente, a utilização de materiais não metálicos, como polietileno de alta densidade, como mostra a figura 1.

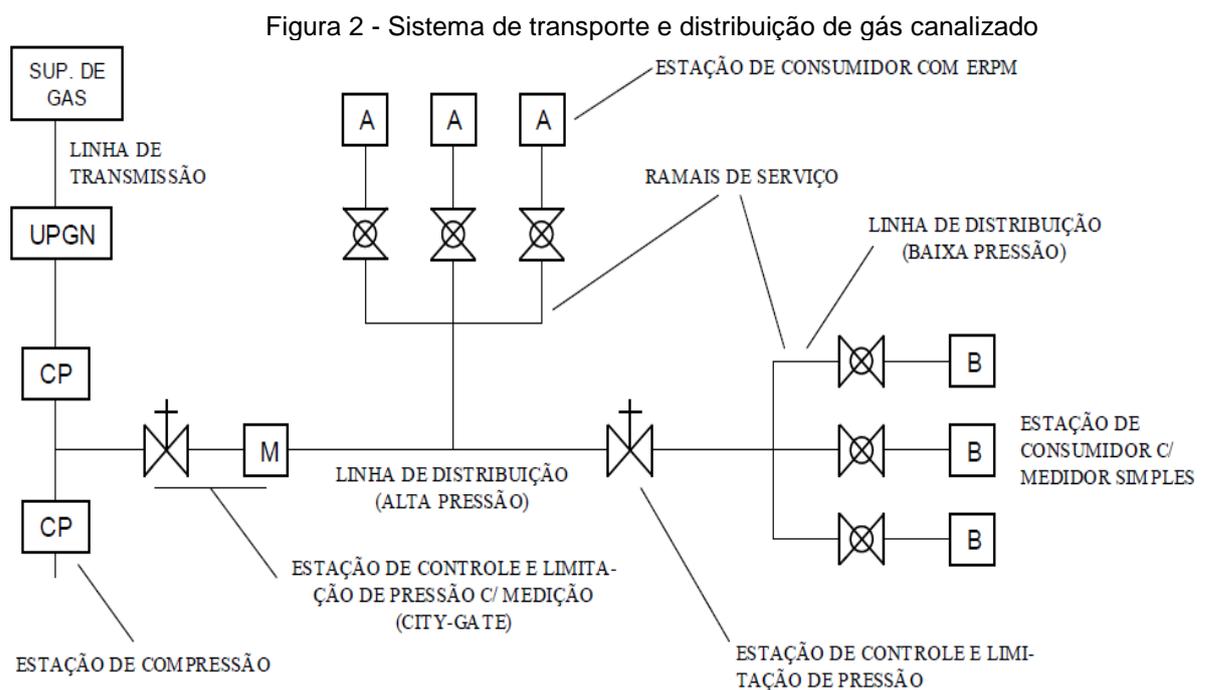
Figura 01: Tubulações mais utilizadas.



Fonte: Algás, 2016.

Redes de distribuição de gás natural são compostas basicamente por uma “malha” de tubos, válvulas de bloqueio e estações de controle e monitoramento do gás. Estações de controle e monitoramento dividem-se em: ERP – estações intermediárias de limitação de pressão; ERPM – estações de limitação de pressão e medição de consumo, para clientes; e EM – estações de medição de consumo, para clientes que não necessitam de limitação de pressão. Adicionalmente, apresentam um sistema para a odorização do gás e lançadores de raspadores, para a limpeza interna dos tubos (CASTELANI, 2003).

A Figura 2, retirada parcialmente da norma NBR 12712 (1993), tem por objetivo apresentar os principais componentes de uma rede de distribuição de gás. Neste diagrama ilustrativo, a rede de distribuição de gás fica compreendida entre o *city-gate* e a estação de redução de pressão e medição (ERPM), ou medidor do consumidor (CASTELANI, 2003).



As companhias de distribuição de gás são responsáveis pelos componentes da rede que vêm após o *city-gate*, ficando este a encargo da companhia transportadora.

A diferença de pressão do *city-gate* para os clientes ocorre em função da perda de carga na tubulação da rede e das sucessivas reduções em estações ERP e ERPM.

A tubulação é o principal elemento de uma rede de distribuição de gás. Seu dimensionamento deve respeitar as métricas de segurança na operação e as características do escoamento, para que o gás seja entregue nas condições ideais para o cliente.

A tubulação de gás é enterrada a uma profundidade mínima de um metro a partir da sua geratriz superior, sendo totalmente revestida contra corrosão. Além do revestimento especial de polietileno nos tubos de aço, um projeto adequado de proteção catódica é implantado, de forma a garantir uma vida útil de aproximadamente cinquenta anos para o sistema (CASTELANI, 2003).

Válvulas de bloqueio de linha servem para interromper o fluxo de gás na tubulação, funcionando completamente abertas ou fechadas. Elas são instaladas em pontos estratégicos da rede, ou junto a estações, e podem ser manuais ou automáticas. Geralmente essas válvulas de bloqueio são do mesmo diâmetro nominal da tubulação.

Dentre as válvulas de bloqueio manual, a válvula de esfera é largamente empregada em redes de distribuição. As vantagens dessas válvulas são o menor peso e tamanho, melhor vedação, maior facilidade de operação e menor perda de carga.

As estações ERP têm a função de limitar a pressão interna da tubulação, a partir do ponto onde são instaladas. Seu emprego permite subdividir a rede em trechos com diferentes faixas de pressão de trabalho. O uso de pressões mais elevadas (até 35 kgf/cm²) é interessante para trechos da rede com vazões de gás elevadas, diminuindo a perda de carga no escoamento. Em outros trechos, porém, é necessário operar com pressões menores na tubulação, devido a questões de segurança no transporte do gás. O uso de ERP's permite também fazer reduções progressivas na pressão do gás ao longo da rede, evitando assim o resfriamento excessivo devido a reduções drásticas de pressão (CASTELANI, 2003).

ERPM são estações semelhantes à ERP's, utilizadas nos pontos de entrega de gás ao cliente, onde existe a necessidade de registrar o consumo de gás. Uma ERPM consiste, basicamente, em uma ERP com um medidor de vazão, geralmente do tipo turbina. O medidor de vazão é instalado após os tramos de redução de pressão, caracterizando uma ligação em série, e mede o somatório das vazões dos tramos. Uma ERPM deve, além de registrar o consumo de gás do cliente, garantir a pressão de fornecimento de gás dentro da faixa estabelecida em contrato.

As estações do tipo EM consistem apenas de um filtro e um medidor de vazão. São utilizadas para a entrega de gás a clientes especiais, como postos de gás natural veicular – GNV, os quais não necessitam reduzir a pressão da rede (CASTELANI, 2003).

2.1.3 Sistema de Distribuição de Gás Natural em Alagoas

Em Alagoas, o gás natural começou a ser utilizado por indústrias em substituição a outros energéticos mais poluentes, como óleos combustíveis, lenha e carvão. Depois se firmou como combustível automotivo, especialmente pela economia que proporciona.

A Gás de Alagoas - Algás opera no mercado de comercialização de gás natural desde 1994 e numa atitude ousada, com apenas dois anos em operação, em 1996 tornou-se a primeira empresa do País a assumir o seu sistema de distribuição, até então operado pela Petrobras. Esse seria apenas o indicativo da vocação pioneira da concessionária alagoana, que a partir da definição de seu propósito, tornou-se à primeira distribuidora de gás natural do Brasil a se declarar uma empresa de integração energética.

Com a expansão da rede e consolidação do insumo no mercado alagoano, residências e estabelecimentos comerciais também aderiram aos benefícios do gás natural, fazendo da Algás a primeira distribuidora de gás natural do País (fora do eixo Rio – São Paulo) a atuar nos quatro segmentos desta cadeia produtiva: industrial, veicular, residencial e comercial. (ALGÁS, 2016).

2.2 Dados Espaciais

De acordo com o autor Lisboa Filho (2005) *apud* Lima (2009), dados espaciais são dados em que a dimensão espacial está associada a sua localização na superfície da Terra, num determinado instante ou período de tempo. Esse dado representa um objeto, fato ou fenômeno da natureza, que esteja localizado sobre a superfície terrestre em um dado instante ou intervalo de tempo.

2.2.1 Estrutura de Dados Espaciais

No que diz respeito à realidade geográfica, existem duas estruturas de representação associadas aos dados espaciais: estrutura matricial ou *raster*, e a estrutura vetorial. A estrutura matricial representa a realidade que através de uma grade regular constituída de *pixels* (*Picture element*), onde cada célula ou pixel contém um valor único (TOMLIN, 1990, *apud* BARROS FILHO, 2005).

Na estrutura vetorial, as entidades do mundo real são representadas através de três primitivas: ponto, linha e polígono. Os pontos são definidos por um par de coordenadas, linhas e polígonos são representados por seqüências de pares de coordenadas, sendo que nos polígonos o último par coincide exatamente com o primeiro (HARMON, 2003 *apud* BARROS FILHO, 2005). A figura 3 compara as principais vantagens e desvantagens de ambos os formatos.

Figura 3 – Vantagens e Desvantagens do Modelo Matricial e Vetorial.

FORMATO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MATRICIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de dados mais simples; • Operações entre níveis de informação são mais facilmente e eficientemente implementadas; • Fenômenos com alta variabilidade espacial são representados mais eficientemente; • Adequado para utilização de imagens digitais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura pouco compacta • Difícil representação das relações topológicas • Saídas gráficas com má delineação
VETORIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de dados compacta; • Eficiência na representação e análise das relações topológicas; • É mais apropriado a suportar gráficos que se aproximam de mapas desenhados à mão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de dados complexa; • Difícil análise de sobreposição de áreas; • A representação de alta variabilidade espacial é ineficiente.

Fonte: BRAVO e CERDA, 1995 *apud* BARROS FILHO, 2005.

Quanto à aquisição dos dados espaciais, Thapa e Burtch (1990) *apud* Barros Filho, (2005) classificam o processo de coleta em primária e secundária. A coleta primária é feita através dos métodos tradicionais e automatizados da topografia, fotogrametria e sensoriamento remoto. Já a coleta secundária é feita através de documentos cartográficos já existentes.

2.2.2 Modelagens de Dados Espaciais

A Modelagem de Dados Espaciais é o processo pelo qual a estrutura fundamental de uma aplicação é abstraída e descrita. Assim, por meio da modelagem de dados é possível solucionar um dos problemas da integração de dados, que é a definição de como deve ser a estrutura integrada dos dados (SÁ, 2001).

O entendimento de dados espaciais como quaisquer tipos de dados que descrevem fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial (BORGES, 1997), é o que torna complexa a modelagem dessa estrutura.

É preferível a criação de modelos e não apenas sistemas, já que com a modelagem é possível focalizar a atenção nas características relevantes do sistema (YOURDON, 1990).

Existem diversas técnicas de modelagem de dados. Iniciadas na década de 90, cada vez mais com o passar do tempo, as técnicas de modelagem com orientação a objetos vêm ganhando destaque (COAD & YOURDON, 1991 *apud*. SANTOS, 2012). Parte da estrutura fundamental da modelagem orientada a objetos consiste na compreensão de como representar o, assim chamado, mundo real, definindo seus objetos, classes e suas relações (CÂMARA e BORGES, 2001).

Segundo Wellington e Thomson (2005), as linguagens de programação modernas normalmente suportam ou até mesmo exigem uma abordagem orientada a objetos para desenvolvimento de softwares. O desenvolvimento orientado a objetos tenta utilizar as classificações, os relacionamentos e as propriedades dos objetos no sistema para ajudar no desenvolvimento de programas.

As técnicas de modelagem têm diversas ferramentas para representação da realidade em seus diversos níveis. Podem ser divididas em três as etapas da modelagem (SÁ, 2001):

- Abstração do mundo real;

- Geração do modelo conceitual e;
- Construção do modelo físico.

Dessa forma, a modelagem de dados pode ser definida como a representação gráfica dos dados de uma área de interesse ou aplicação. Frequentemente, representa uma área funcional do negócio (da organização) que será automatizada (SINGH, 2001).

Um modelo de dados espaciais pode ser definido como sendo aquele que:

- Representam as relações entre os dados de uma área de interesse ou aplicação, passíveis de representação espacial;
- É a representação simplificada e sistemática das relações espaciais entre entidades físicas, que definem uma estrutura, um processo ou um fenômeno.

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI, 2004 *apud*. SANTOS, 2012). O modelo busca sistematizar o entendimento a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado.

No processo de modelagem é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações. A modelagem de dados geográficos, por sua vez, é uma atividade complexa, uma vez que envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando a obter representações adequadas aos fenômenos geográficos.

Antes de iniciar a modelagem do banco de dados, é necessária a estruturação de um modelo conceitual que defina e extraia do mundo real as informações que se deseja modelar. Assim, os esquemas conceituais referem-se ao resultado de uma modelagem, ou seja, um conjunto de diagramas que usa um determinado modelo conceitual como uma linguagem para expressar estruturas de dados específicas para uma aplicação.

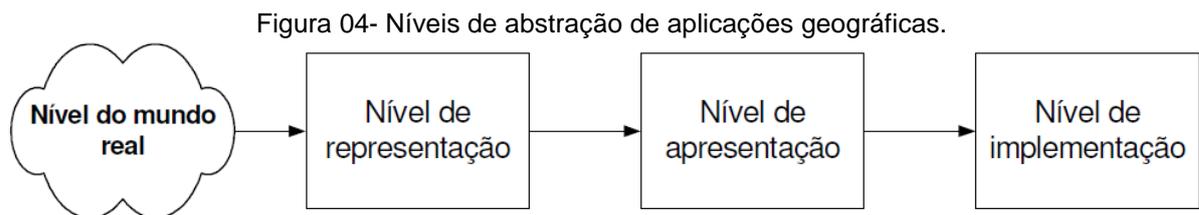
Esquemas conceituais são construídos a fim de abstrair partes específicas do mundo real e representar, esquematicamente, quais os dados devem ser coletados, como eles serão organizados e relacionados entre si. Esses esquemas servem também como uma documentação da base de dados. (SANTOS, 2012)

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação.

2.2.3 Abstração do mundo real

Uma das partes fundamentais na estruturação de um modelo Geoespacial é a abstração do mundo real, ou seja, organizar o que se deseja modelar. Para tanto, é necessário que o desenvolvedor se insira na realidade do sistema que está sendo modelado a fim de que possa compreendê-lo, não do ponto de vista externo, mas do interno, pois certas nuances não serão percebidas de outro modo (SÁ, 2001). O grande objetivo da abstração do mundo real é o de descrever o máximo possível a realidade.

Segundo Borges, Junior, Laender (2005) quanto aos níveis de abstração, esses seriam as entidades e os relacionamentos, sendo que os modelos de dados são classificados segundo o nível de abstração empregado, com mostra a figura 4.



Fonte: adaptado de Borges et al., 2001.

Para aplicações geográficas, portanto, são considerados quatro níveis distintos de abstração:

- Nível do mundo real - é o nível onde estão inseridos os fenômenos geográficos reais a representar, como rios, ruas e cobertura vegetal.
- Nível de representação conceitual – Oferece um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. Neste nível são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados. Essas classes estão associadas a classes de representação espacial, que variam de acordo com o grau de percepção que o usuário tem sobre o assunto. Essa preocupação não aparece com frequência nas metodologias tradicionais de modelagem de dados, uma vez que as aplicações convencionais raramente precisam lidar com aspectos relativos à representação espacial (única ou múltipla) de objetos.

- Nível de apresentação – Oferece ferramentas com as quais se pode especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas têm de assumir ao longo de seu uso em aplicações.
- Nível de implementação – define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação, os relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos.

2.3 Qualidade Cartográfica

Considerado uma autoridade em qualidade Juran (1991) *apud* Maranhão (2013) afirma que: “A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades do cliente e dessa forma proporcionam satisfação em relação ao cliente”; e “A qualidade é a ausência de falhas”. Ou seja, na conceituação de qualidade, sua primeira definição refere-se às chamadas características da qualidade e em sua segunda concepção aborda as garantias de um produto ou serviço.

Enfim, a qualidade não se limita a uma única propriedade e sim a um conjunto delas. Ela deve ser analisada e comparada em diversos aspectos. Cada indivíduo e elemento têm critérios diferentes de avaliação. (MARANHÃO, 2013)

Sato (2003) explica que, os documentos cartográficos devem ser confiáveis, e, portanto devem ser: completos, corretos e atuais. Afirma ainda que, a má qualidade de documentos cartográficos pode induzir a decisões erradas. Tais erros devem, portanto ser: caracterizados, minimizados e eliminados.

Uma produção cartográfica consistente só é garantida através de procedimentos mínimos que promovam a sua qualidade em todos os aspectos. (MARANHÃO, 2013)

A qualidade de qualquer produto ou serviço pode ser testada de forma interna ou externa. A qualidade interna é aquela vinculada aos processos, enquanto a externa avalia os produtos finais e subprodutos quanto ao seu atendimento aos usuários (JURAN, 1991 *apud* MARANHÃO, 2013). Logo, quando a informação geográfica (IG) está sendo gerada, nas etapas de aquisição e geração de informações, é possível avaliar sua qualidade interna. Por outro lado, quando finalizado o produto cartográfico pode-se avaliar a sua qualidade externa. (MARANHÃO, 2013)

Para que um produto cartográfico atenda aos objetivos do usuário é necessário que a metodologia para a confecção de tal documento atenda a certos padrões de qualidade, através de indicadores de qualidade de modo a atender as necessidades do usuário (SILVA e SILVA, 2003). Estes padrões variam conforme o produto cartográfico e, caso não sejam observados durante o processo de construção da informação geográfica, os erros serão acumulados. (MARANHÃO, 2013)

Falhas de qualidade geram custos tangíveis e intangíveis. Quando há falhas internas de um produto cartográfico, por exemplo, este poderá ser reprocessado ou até mesmo descartado da produção precisando ser refeitas etapas por não atender as especificações. Enquanto que falhas externas geram custos ainda mais altos como substituição de produtos e até outros mais graves. (MARANHÃO, 2013).

Morrison (1995) *apud* Maranhão (2013) explica que a informática tem mudado o tradicional papel do cartógrafo, e simultaneamente o produto cartográfico final, permitindo um aumento na produção de dados espaciais, e mais importante, promovendo uma grande expansão do número de potenciais usuários que empregam produtos cartográficos (Figura 5).

Observa-se, na figura 5 que, um pouco após o surgimento do primeiro computador, iniciou-se um processo de mudanças na produção cartográfica. Embora a cartografia analógica ainda fosse usual, a sociedade passou a conhecer os benefícios da cartografia digital e dos softwares computacionais específicos para produção cartográfica. Tal evolução é constante até os dias atuais, e várias formas de aquisição de dados espaciais proporcionam maior rapidez na geração e disseminação das IG à população.

Com a crescente variedade de origens da IG e da sua disseminação, evidencia-se a necessidade de conhecer a origem dos dados (linhagem), a sua acurácia, a sua aplicabilidade, entre outros. A funcionalidade cartográfica só pode ser afirmada a partir do conhecimento da qualidade de seus dados. Mas, como avaliar os erros contidos na informação espacial? Quais são os parâmetros capazes de identificar a qualidade desses dados? Como corrigi-los?

Figura 5 - Evolução da Cartografia Digital.



Fonte: Adaptada de Oliveira, (2012) *apud* Maranhão, (2013).

2.3.1 Noções sobre erros, incertezas e amostragem

A cartografia é uma ciência de observação, mensuração e representação espacial, e como tal suscetível a erros. Para Gemael (2004), as observações conduzidas pelo homem se caracterizam pela inevitável presença de “erros de medida”. Erros que ocorrem não somente por falhas humanas, mas também por imperfeições do equipamento e da influência das condições ambientais nas quais se processa a mensuração.

Além dos “erros de medida”, o termo incerteza é comum quando tratamos da representação de dados ou objetos geográficos, isso porque é impossível fazer uma representação fiel do mundo, por isso as incertezas sobre as IG são inevitáveis. Erro falta de acurácia, ambiguidade e indefinição contribuem para a noção de incerteza no sentido amplo; assim, podendo ser definida como uma medida da compreensão do usuário sobre a diferença entre o conteúdo de um conjunto de dados e os fenômenos reais que os dados devem representar (LONGLEY et al., 2013).

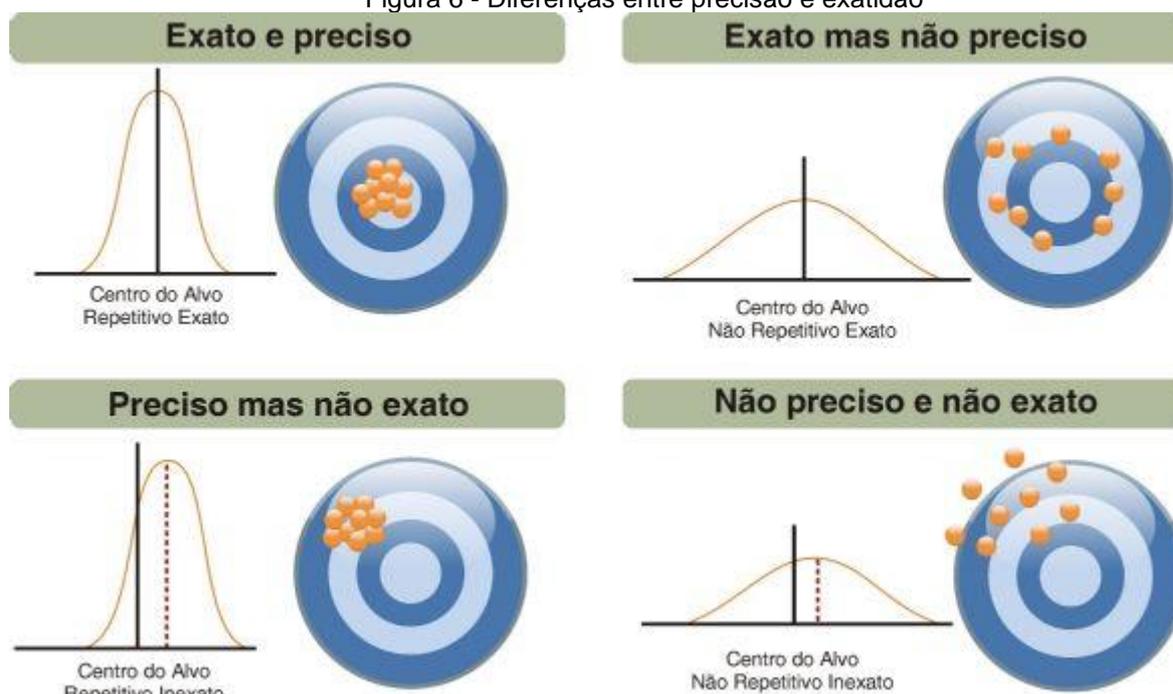
Neste contexto alguns termos surgem com frequência nas áreas de Ciências Geodésicas e Cartográficas, para indicar a qualidade de uma grandeza observada ou parâmetro estimado, entre eles acurácia e precisão. (MARANHÃO, 2013)

Geralmente o termo acurácia é apresentado como o grau de proximidade que uma estimativa tem de seu parâmetro, ou seja, proximidade do valor verdadeiro. Enquanto o termo precisão expressa o grau de consistência da grandeza medida com sua média, estando diretamente ligada com a dispersão da distribuição das observações.

Um evento qualitativo pode considerar mensurações que poderão ter natureza quantitativa, quando estabelece padrões de comportamento verificados através de fatos observáveis, ou qualitativa, quando estabelece padrões de comportamento que possam ser medidos através de números. As qualitativas, por sua própria natureza, implicam em perda de precisão da medida, o que, no entanto, não implica necessariamente na perda de acurácia. Concessões em precisão, podem até mesmo contribuir para uma melhor acurácia e conseqüentemente uma melhor representação do evento estudado (PEREIRA, 2004).

A Figura 6 demonstra o clássico exemplo do tiro ao alvo para ilustrar graficamente a diferença entre exatidão e precisão. Na analogia, o centro do alvo seria o valor verdadeiro e as coordenadas dos tiros seriam as medições. Sendo assim em (a) a situação ideal (resultados precisos e exatos); Em (b) os resultados são exatos porque, em média, estão próximos do valor verdadeiro, mas não são precisos porque há certa dispersão; Em (c) os resultados são precisos porque estão próximos entre si, mas não são exatos porque estão distantes do valor verdadeiro. Em (d) os resultados não são nem precisos nem exatos.

Figura 6 - Diferenças entre precisão e exatidão



Fonte: Maranhão, 2013 *apud*. Novus, 2013.

Quanto aos Tipos de Erros, estes podem ser: Grosseiros (fáceis de detectar), Sistemáticos (produzidos por causas conhecidas e que podem ser evitados através de técnicas adequadas nas medições), ou Acidentais (ocorrem ora num sentido, ora no outro, e não possuem causa conhecida) (SATO, 2003).

2.3.2 Elementos de qualidade na Informação Geográfica (IG)

Para Ariza (2002), a qualidade é entendida como a conformidade com especificações projetadas ou prescritas, e sua importância na cartografia é determinada em função da finalidade. Assim, a cartografia representa modelos da realidade e estes serão utilizados nas tomadas de decisões. Quanto maior o grau de detalhe da informação necessária para uma decisão vinculada ao dado geoespacial, maior cuidado se deve ter com a sua qualidade. A caracterização do dado geográfico é dada pela posição espacial (x, y, z), seus atributos (a1, a2, a3,...) e a sua variação temporal (t1, t2, t3,...) composta de maneira que responda às perguntas: Onde?, O quê?, Como?, Quando?, Quanto?.

Para Lazzarotto (2005), *apud* BARROS (2011) o conceito de 'qualidade' é subjetivo e está ligado à satisfação funcional, possuindo, assim, uma gama considerável de variação. Esta variação ocorre tanto na identificação dos parâmetros

que devem ser considerados na conceituação de qualidade, como também na avaliação individual dos atributos de cada um dos parâmetros. A qualidade de um produto ou serviços está sempre atrelada a algumas características que lhe são específicas e nem sempre são óbvias na sua definição. Na definição de qualidade dos produtos cartográficos ocorre a mesma indeterminação, ou seja, incerteza relativa aos parâmetros que devem ser avaliados.

Lazarotto (2005) *apud* Barros (2011) ainda ressalta a necessidade de definição dos seguintes termos, exemplificando-os:

- **Parâmetros:** característica que define um elemento. Em um mapa, por exemplo, a resolução ou a escala, o sistema de projeção, a acuracidade, entre outros são as características que o caracterizam, ou seja, seus parâmetros.
- **Variável:** elemento que assume diferentes valores quando submetidos às diferentes condições ou situações. Como a exemplo em um mapa vetorial as primitivas gráficas (ponto, linha, área) que podem variar conforme a representação de uma feição em mapas de diferentes escalas.
- **Atributo:** é uma característica de um parâmetro ou de uma variável, podendo ser 'tamanho', 'cor', 'espessura', 'quantidade', etc. Por exemplo, verde pode ser o valor do atributo 'cor' da variável 'linha'.

Laurini e Thompson (1992), *apud* Navratil (2004) afirmam que, em geral a qualidade dos dados é necessária para atributos, propriedades topológicas, informação posicional e temporal.

Guptill e Morrison (1995) *apud* Lazarotto (2005), especificam cinco componentes que se reportam à qualidade do dado espacial relativos a fidelidade em aspectos semânticos e temporais, sendo os mesmos aceitos pela Comissão de Qualidade de Dados Espaciais da *International Cartographic Association (ICA)*: linhagem, acurácia posicional, fidelidade do atributo ou acurácia temática, coerência lógica e completude ou completude.

Segundo Cintra e Nero (2005) não existe no Brasil o controle de qualidade de documentos cartográficos, quer por desconhecimento da lei vigente, quer por imediatismo dos resultados, quer ainda pela falta de uma metodologia prática adequada.

Se, quando falamos de qualidade de dados espaciais, grande maioria das pessoas pensa, principalmente sobre a precisão espacial dos dados (um critério

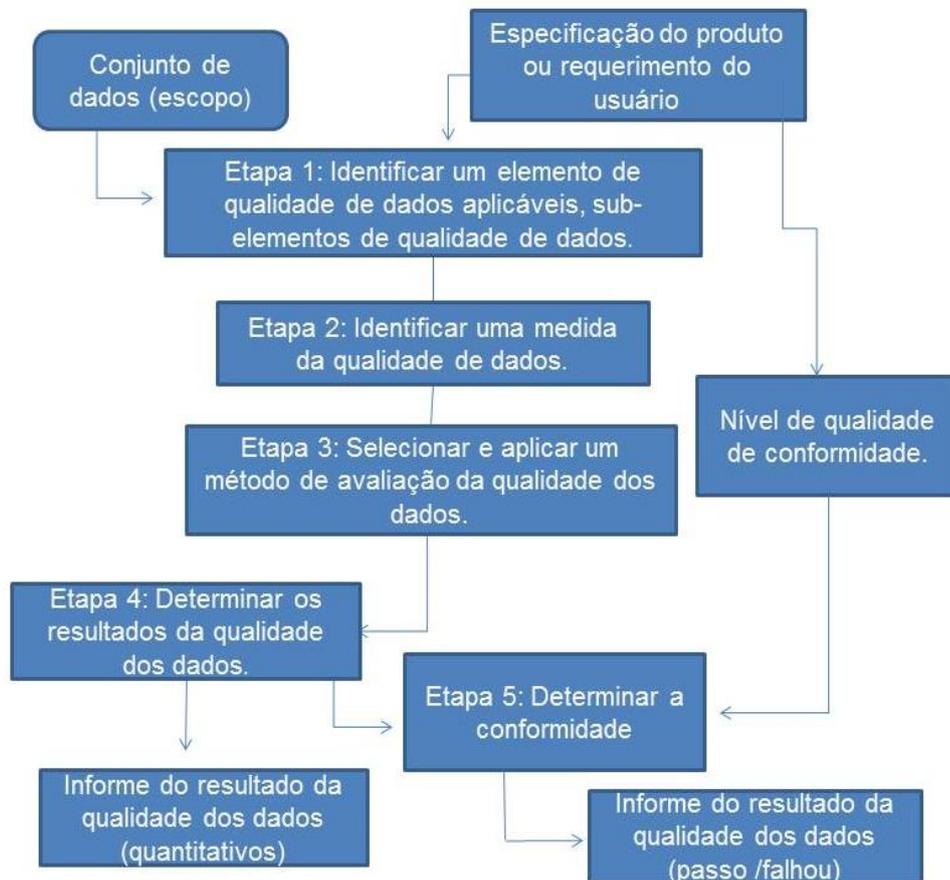
incluso na qualidade de dados interno), definições mais oficiais de qualidade correspondem, no entanto, à qualidade externa, esta vinculada ao que o usuário necessita (MARANHÃO, 2013).

Num contexto geral, a avaliação da qualidade interna inclui uma parte externa (comparação com os dados de referência), assim como uma parte interna, de acordo com os elementos de qualidade a serem verificadas. A avaliação de precisão espacial, por exemplo, vai ser feita externamente, enquanto a avaliação da consistência topológica será feita internamente (BARROS e CARNEIRO, 2012).

Os métodos de avaliação da qualidade de dados interna são realizados geralmente por procedimentos estatísticos enquanto a avaliação da qualidade externa, ainda pouco explorado, é baseado no conceito de ontologia. (MARANHÃO, 2013)

Essa ideia de qualidade externa e interna se encaixa perfeitamente nas propostas de IDEs (como demonstrado na figura 7), já que regem a qualidade num contexto geral, permitindo verificar suas possibilidades e usos. (MARANHÃO, 2013)

Figura 07 – Avaliação e informe dos resultados da qualidade dos dados.



Fonte: Adaptado do ISSO 19114.

A qualidade interna está baseada na suposição da ausência de erros grosseiros nos dados, corresponde às descrições inclusas nos metadados da IG, tais como escalas, resoluções espaciais e temporais, data de coleta, métodos de aquisição, entre outros. São qualidades intrínsecas ao geodado e a sua capacidade de representar a realidade geográfica (DEVILLERS et al. 2007). Embora, as qualidades internas possam ser descritas usando diferentes critérios, nas principais normas geomáticas (por exemplo, ISO, FGDC, CEN) tem havido um consenso sobre os critérios (DEVILLERS e JEANSOULIN, 2006). Cada elemento é compreendido por aspectos chamados de subelementos, que orientam como o componente da qualidade deve ser avaliado (Figura 8).

Figura 08 – Subelementos de qualidade dos geodados.

ELEMENTOS	SUBELEMENTOS	DEFINIÇÕES
Compleitude	Comissão	Presença de excesso de dados.
	Omissão	Ausência de dados.
Consistência Lógica	Conceitual	Aderência a regras de esquema conceitual.
	Domínio	Aderência de valores para os domínios de valores.
	Formato	Grau com que o dado é armazenado de acordo com a estrutura física da base de dados.
	Topológica	Verificação de incorreções de características tipológicas explicitamente.
Acurácia posicional	Acurácia absoluta ou externa	Proximidade de valores das coordenadas relatadas aos valores aceitos como verdadeiros.
	Relativa ou interna	Proximidade das posições relativas de características em um conjunto de dados para suas respectivas posições relativas aceitas como verdadeiras.
	Dado posicional da malha de coordenadas	Proximidade de valores de posição de dados em grandes para valores aceitos como verdadeiros.
Acurácia temporal	Medidas de tempo	Correções de referências temporais de um item (comunicação de erro na medição do tempo).
	Consistência temporal	Incorreções de eventos ordenados e sequencias, se registrados.
	Validade temporal	Validade de dados em relação à data (tempo).
Acurácia Temática	Correção de classificação	Comparações das classes atribuídas às características ou aos seus atributos para um universo de discurso (por exemplo, a realidade no terreno ou conjunto de dados de referência).
	Correção de atributos não quantitativos	Correção de atributos não quantitativos ou qualitativos, ou seja, aqueles que mapeiam um atributo nominal. São exemplos deste tipo de atributo: nomes de bairros, regiões, estados, países, etc.
	Correção de atributos quantitativos	Correção de atributos quantitativos, ou seja, aqueles que mapeiam um atributo numéricos. São exemplos deste tipo de atributo: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), população, número de nascimentos etc.

Fonte: Adaptada da ISO19113.

Na família ISO 19100, a norma ISO 19113 (ISO, 2002) rege os princípios de qualidade, apresentando como elementos de qualidade:

- Completude - presença e ausência de características, seus atributos e relacionamentos;
- Consistência lógica - grau de aderência às regras lógicas de estruturas, atribuições e relacionamentos dos dados;
- Exatidão posicional - acurácia da posição; precisão da posição das feições;
- Exatidão temporal - acurácia dos atributos temporais e relações de características temporais;
- Exatidão temática - acurácia de atributos quantitativos, correção de atributos não quantitativos, classificação das características e seus relacionamentos.

2.4 Cadastro de Rede

Para permitir a elaboração do cadastro dos elementos do sistema de esgotamento sanitário, de abastecimento de água, gás natural, telefonia e outros, faz-se necessário a execução de levantamento topográfico em que devem constar as dimensões principais da unidade a ser cadastrada conforme a NBR 12.587/1992.

Medidas externas e internas das dimensões principais e secundárias, profundidade e diâmetro das tubulações, posições relativas dos equipamentos, dos dispositivos, das peças especiais e órgãos acessórios, dados de placa dos equipamentos e dispositivos hidromecânicos, anotando-se o tipo de material das canalizações e peças especiais, amarrações das edificações principais e secundárias aos pontos notáveis de planta topográfica, nivelamento geométrico a partir das referências de níveis (RRNN) e pontos de segurança, NBR 12.587/1992, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O rigoroso cadastro das redes de utilidades permite definir as metodologias construtivas a serem utilizadas nas obras de forma a garantir que a implantação da mesma seja executada com maior segurança, mantendo a fidelidade dos projetos implantados. “O cadastro de utilidades pode ser definido como sendo o registro posicional das redes de abastecimento de água, esgoto, drenagem, gás, energia elétrica, telefonia, tv a cabo, gasoduto, oleoduto e outros sistemas aéreos e enterrados” (COSTA, 2001).

A ausência de dados cadastrais do sistema de esgotamento sanitário, abastecimento de água, gás natural, telecomunicações e outras, dificultam os

trabalhos na elaboração dos projetos executivos. O cadastro dos elementos das redes de utilidades (poço de visita, caixas de drenagem, bueiros, registros, eixo de tubulação, cabos) através de amarração em canto de quadra, alinhamento de edificações, pontos notáveis e outros inviabiliza a utilização plena das informações coletadas devido às dificuldades e imprecisões no momento da amarração. (ROCCO, 2006).

O uso de tecnologias disponíveis, estação total e GPS, possibilita um cadastro eficiente, preciso e ágil, através do uso de poligonais de apoio, amarrada à Rede de Referência Cadastral Municipal. Sob esta perspectiva Costa ressalta que:

“A grande dificuldade dos projetistas reside no fato de que quase não existem registros cadastrais dessas interferências, visto não haver preocupação da elaboração do “As built”, após a conclusão da obra. Quando existem, os referidos cadastros pecam pela incerteza de localização, diâmetros de tubos, profundidades, etc.” (COSTA, 1996, p.23).

Na execução do cadastro dos elementos da rede de infra-estrutura subterrânea, é possível a identificação na superfície de: caixas, tampões, registros e outros que indicam a existência de uma rede, possibilitando o seu cadastro, indicando:

- Medidas externas e internas;
- Diâmetro da tubulação;
- Profundidade;
- Largura;
- Comprimento;
- Outros dependendo do tipo de elemento.

O uso das plantas cadastrais, obtidas através de levantamento topográfico ou restituição aerofotogramétrica, na escala 1:1000 em conjunto com os instrumentos de topografia para a obtenção das posições dos elementos pertencentes às redes de utilidades, possibilitam melhorar a qualidade dos cadastros, permitindo melhorar a qualidade da informação através de coordenadas e profundidade dos vários elementos da rede de infra-estrutura urbana.

A falta de procedimento padronizado para apresentação das plantas do levantamento como construído não permite a constituição de um cadastro único que possibilite integração dos dados sobre as redes de infraestrutura urbana nas cidades brasileiras (ROCCO, 2006).

2.4.1 *As built* ou como construído

As built é definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como sendo levantamento topográfico específico, integrante do procedimento fiscal de execução de obras na construção civil e industrial, que, amarrado ao mesmo sistema tridimensional de referência espacial adotado no projeto e utilizando instrumentalmente todos os processos adequados ao rigor exigido pelo procedimento fiscal, realiza o acompanhamento do projeto, passo a passo, até a sua conclusão. Este levantamento determina no seu desenvolvimento uma acurácia adequada, o posicionamento espacial das bases de assentamento e dos detalhes específicos da configuração espacial do projeto (NBR 14645, 2001).

O Projeto “Como Construído” é o conjunto de informações elaboradas na fase de supervisão e fiscalização das obras com o objetivo de registrar as condições físicas e econômicas da execução da obra, fornecendo elementos considerados relevantes para subsidiarem futuras intervenções na obra, como: reformas, ampliação e/ou restauração.

Ao término da produção e após a entrega da obra, o Projeto “Como Construído” deve representar fielmente o objeto construído, com registros das alterações verificadas durante a execução.

Quando se deseja obter bons resultados em projetos de campo, torna-se importante ter em mãos um bom levantamento para que as informações coletadas possam ser tratadas com confiança pelo profissional.

O georreferenciamento das redes de utilidades e os procedimentos de execução das obras subterrâneas são fatores importantes, pois permitem produzir plantas cadastrais, demarcação de obras e o levantamento de como construído, com qualidade para se desenvolver projetos executivos com segurança e acurácia no posicionamento destas redes. Essas informações serão importantes para a construção de um cadastro único de redes de utilidade subterrâneas (ROCCO, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração deste trabalho foi dividida em três etapas principais, onde a primeira etapa constituiu a pesquisa bibliográfica que serviu como base de fundamentação teórica para o referido trabalho, a segunda etapa deu-se através da descrição do processo de análise dos DCC's, e finalmente, a última etapa foi a análise estatística final dos DCC's. A figura 09 apresenta todas as etapas, de forma detalhada, que fazem parte do processo metodológico aplicado a este trabalho.



Fonte: Próprio autor.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

Nesta etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica, através da leitura de artigos, teses, livros, sites, normas, dissertações e monografias, buscando compreender teoricamente o setor de energia produtiva do gás natural, assim como, sua rede de distribuição. Outros campos de conhecimento também foram estudados como análise e qualidade de dados espaciais, os quais foram de fundamental importância para a compreensão do modelo de análise escolhido para este estudo.

3.2 Descrição do Processo de Análise dos DCC's

A Algás disponibiliza um arquivo eletrônico em formato *dwg*. à empresa contratada para a execução da obra de implantação de rede. Este arquivo contém um recorte georreferenciado do Mapa Urbano Básico – MUB, e portanto, é chamado de DCC-Base. É a partir do DCC-Base que a empresa contratada deverá elaborar o DCC ao final da obra, contendo todas as informações necessárias para o cadastro da rede de distribuição da Algás.

Depois que o DCC é entregue pela empresa contratada a Algás realiza uma análise pontual dos DCC'S, permitindo a detectar não conformidades presentes na sua elaboração.

3.2.1 Comparação dos dados no AutoCAD Map 3D

A etapa em que foi utilizado o AutoCAD Map 3D, contribuiu para facilitar e enriquecer a análise de cenários e resultados, a partir de dados georreferenciados. O trabalho no ambiente CAD permitiu a implantação da rede de gás georreferenciada, possibilitando uma análise de layout, correções geométricas, assim como o gerenciamento de uma ampla variedade de projetos das redes de gás.

Os dados analisados no AutoCAD Map 3D foram comparados com os dados e informações adquiridas no local da execução da obra, aliados aos isométricos, elaborados pelos soldadores contendo amarrações de localização e profundidade das conexões, assim como também lista de materiais utilizados. A partir dessas informações criou-se um critério para análise dos principais itens destacados a seguir.

- **Lista de materiais;**

A lista de materiais deve está presente em todas as pranchas com a descrição total de todos os materiais implantados nas obras e seus respectivos quantitativos. Um erro apresentado com freqüência na lista de materiais é a ausência da descrição de algum item utilizado na obra ou da quantidade correta, como é demonstrado na figura 10.

Figura 10: Lista de materiais em uma obra de ramal.

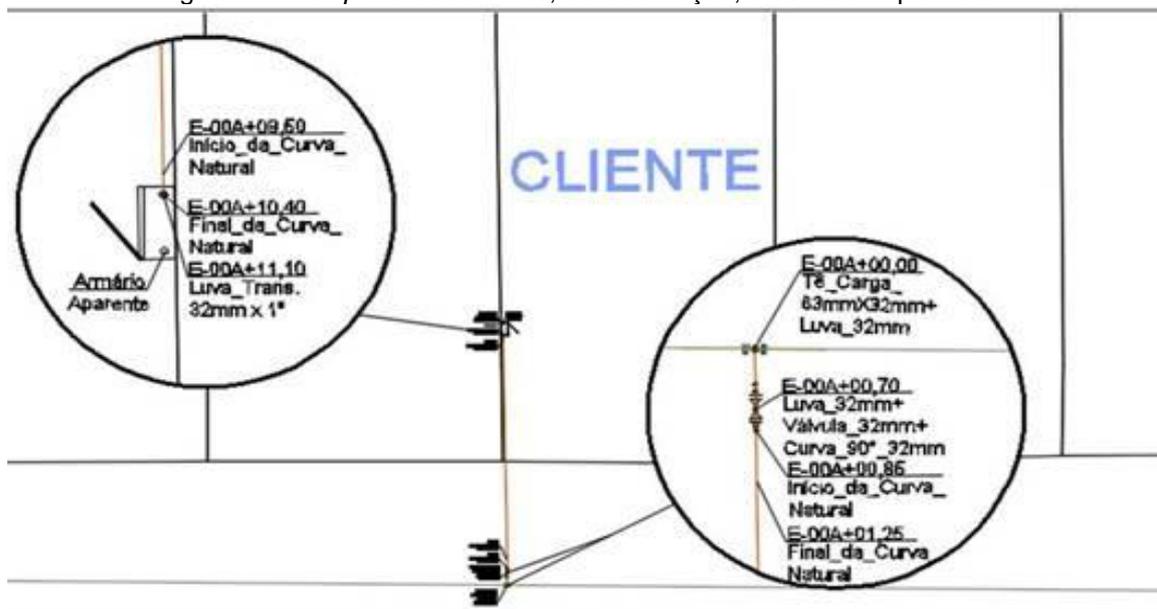
RELAÇÃO DE MATERIAIS		
Item	DESCRIÇÃO	Quantidade
01	Tubo_PEAD 32mm	3,15 m
02	Conexao_Te_Carga_63mmX32mm	1 unid.
03	Conexao_Luva_PEAD_32mm	3 unid.
04	Conexao_Curva_90°_PEAD_32mm	1 unid.
05	Valvula_Bloq._32mm	1 unid.
06	Conexao_Transicao_PEAD_AÇO_32mmX1"	1 unid.
07	Armario_CRM_n° 16474	1 unid.
08	Flange_3/4"	1 unid.
09	Tachão	1 unid.
10	Tampa_Valvula_Bloq.	1 unid.
11		

Fonte: Algás, 2016.

- **Viewport**

A *viewport* é uma “janela de visualização”. Com ela podemos determinar uma área do nosso desenho que será exibida em nosso layout (folha) e em que escala será exibida. Com relação aos DCC's cada conexão deverá ser exibida num detalhe por uma *viewports* específica, devendo sempre estar na escala 1/50. O formato da *viewport* deve ser circular e seu estilo visual deve ser 3D HIDDEN ou Realistic, de acordo com o padrão estabelecido pela Algás.

Figura 11: Viewports de detalhes, de localização, e de rede implantada.



Fonte: Algás, 2016.

- **Comprimento**

No campo comprimento deverá estar descrito o total em metros de tubulação aplicado durante a execução da obra.

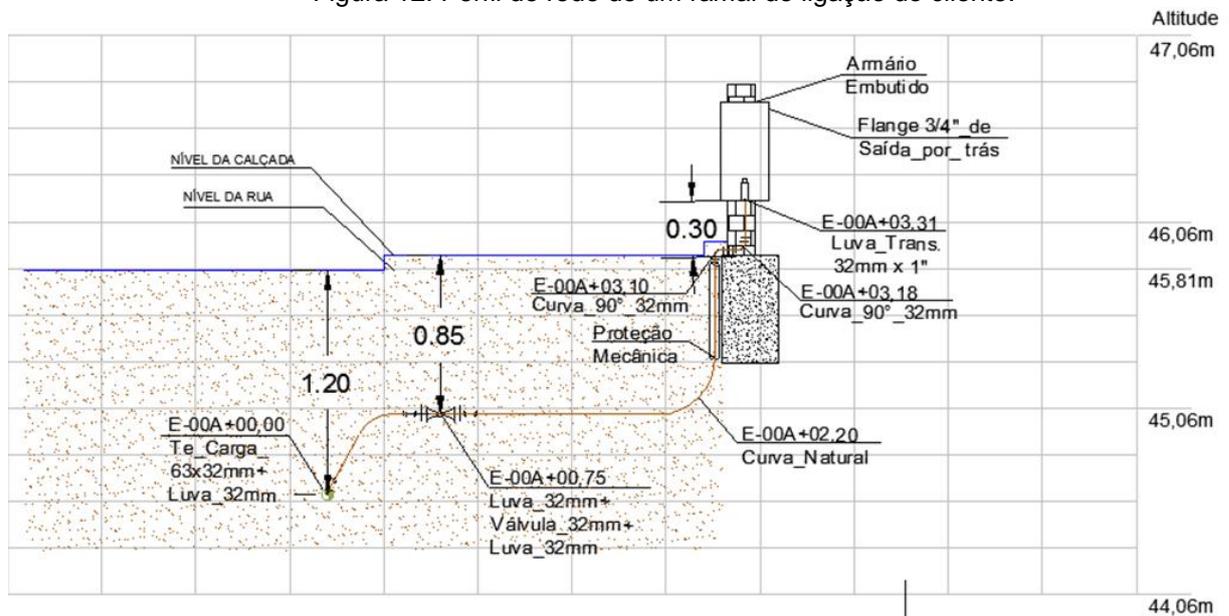
- **Layers**

A Algás disponibiliza a sua contratada uma tabela com todas as conexões utilizadas pela mesma, com seus devidos *layers*, já para que não haja não conformidade.

- **Perfil**

Esse campo deve ser preenchido com os perfis da tubulação, do terreno e também das interferências, se houverem; O perfil da tubulação deverá ser representado por trechos interligados, sendo o ponto de interligação o local onde se localiza a Conexão, como destaca a figura 12. Este perfil deve pertencer ao *layer* correspondente, conforme especificado na Tabela de Objetos da Algás.

Figura 12: Perfil de rede de um ramal de ligação do cliente.



Fonte: Algás, 2016.

O perfil do terreno deverá ser representado por uma linha contínua (ou seja, não seccionada), e pertencer ao *layer* Terreno; A escala vertical deverá ser 10x (dez vezes) a escala horizontal, salvas exceções dependendo dos valores mínimos e máximos de altitude onde será possível visualizar ambos os perfis. A escala

horizontal deve ser tal que o comprimento horizontal disponível no perfil seja aproveitado ao máximo (em pelo menos 80%). Adotar escala mínima de 1/1000;

O perfil da tubulação deve conter todos os dados referentes a estaqueamento, localização das conexões e das interferências (diâmetro, material, proprietário etc.); O perfil deverá conter a indicação da profundidade de, no mínimo três pontos espalhados igualmente dentre toda a tubulação representada, como também das interferências. Por exemplo, no caso de três pontos, um deverá ficar na metade do comprimento de trecho desenhado no perfil e os outros dois aproximadamente nas extremidades, como mostra a figura 13. Na grade do perfil deve ser indicada a altitude mínima e a máxima da grade, bem como a altitude média do terreno.

Figura 13: Perfil de uma extensão de rede.



Fonte: Algás, 2016.

- **Objeto**

Cada feição correspondente a um componente da Rede de Distribuição de Gás Natural e contém sua representação. Onde cada feição que compõe a tubulação implantada em obra deve ser colocada na sua posição no mapa a partir da cópia da respectiva feição na tabela de objetos da Algás.

- **Object Data**

Utilizando o recurso de criação de tabelas do tipo *Object Data*, é possível armazenar uma variedade de informações sobre as entidades ou feições envolvidas no projeto. Essas feições podem se referir a uma infindável lista de temas onde podem ser agregadas, por exemplo, informações sobre diâmetro de tubulação, extensão de rede. Existindo tabelas bem organizadas e estruturas, é possível

também realizar consultas e pesquisas (*queries*) usando *object data* como filtro e ainda construir mapas temáticos com base em valores existentes sem tabelas *object data*.

Figura 14 A: OD do Tê Carga

OD:Conexao_Te_Reducão	
MatTeRed	PEAD
DiamPrinc	63
DiamDeriv	32
TipoTeRed	Carga

Model DCC A3 - REC e DV (pdf)

Fonte: Algás, 2016.

Figura 14 B: OD da Curva de 90°

OD:Conexao_Curva	
TipoCurva	90
MatCurva	PEAD
DiamCurva	32

Model DCC A3 - REC e DV (pdf)

Fonte: Algás, 2016.

Figura 14 C: OD da Luva

OD:Conexao_Luva	
MatLuva	PEAD
DiamLuva	32

Model DCC A3 - REC e DV (pdf)

Fonte: Algás, 2016.

Figura 14 D: OD da Válvula de Bloqueio

OD:Valvula_Bloq	
SituacaoVB	Aberta
MaterialVB	PEAD
DiametroVB	32
ClassePresVB	0

Model DCC A3 - REC e DV (pdf)

Fonte: Algás, 2016.

Figura 14 E: OD do Trecho da Tubulação

OD:TrechoTubulacao	
Material	PEAD
Diametro	32
Tipo	REC
Extensao	1.9224
Situacao	ATIVO
Densidade	PE80

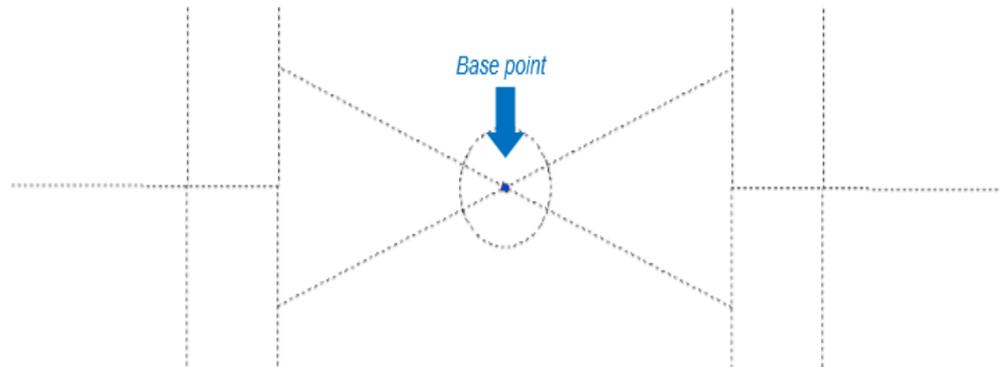
Model DCC A3 - REC e DV (pdf)

Fonte: Algás, 2016.

- **Base point**

O *base point* como mostra a figura 15 é o ponto base para o deslocamento do bloco, ele será usado como referência de conectividade entre a conexão e a tubulação. O mesmo não deverá de forma alguma ser alterado.

Figura 15: *Base point* da Válvula de bloqueio.



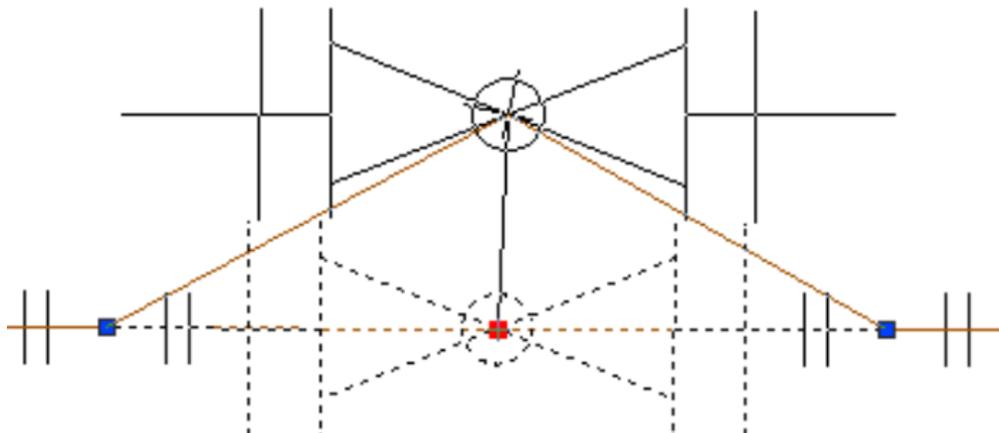
Fonte: Algás, 2016.

- **Conectividade**

Cada trecho da tubulação deve ser conectado ao trecho seguinte, tendo como ponto de interligação o centro (*Base Point*) do bloco que representa a Conexão; cada início e fim de Conexão devem ser interligados à tubulação.

A Válvula de Bloqueio deve ser conectada a dos trechos de tubulação considerando o ponto de interligação o centro (*Base Point*) do bloco que representa a Válvula, como mostra a figura 16.

Figura 16: Conectividade entre Válvula de bloqueio e a tubulação

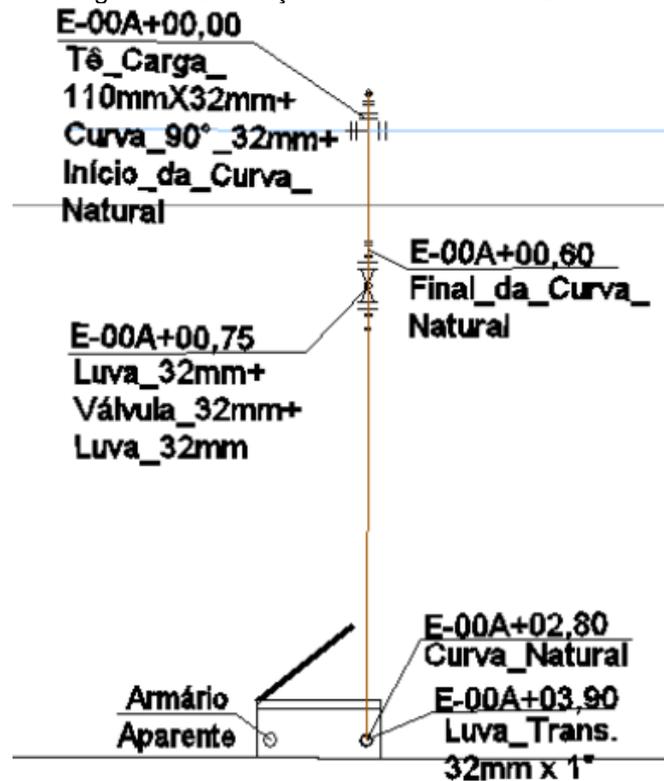


Fonte: Algás, 2016.

- **Descrição**

Cada conexão utilizada deve estar descrita junto com a linha de chamada da estaca em que se encontra.

Figura 17: Descrição das conexões utilizadas.



Fonte: Algás, 2016.

- **Escala**

A Algás tem padrões pré-estabelecidos para utilização de escalas em seus desenhos como mostra a figura 18, para que a rede implantada seja destacada da melhor forma possível, gerando uma visualização clara e objetiva, fatores esses que a utilização da escala correta é de grande importância.

Figura 18: Padrão de Escalas da Algás

Desenho	Escala
Extensão de Rede	1:500
Ramal de Ligação do Cliente (REC)	1:250
Ramal Interno do Cliente (RIC)	1:100

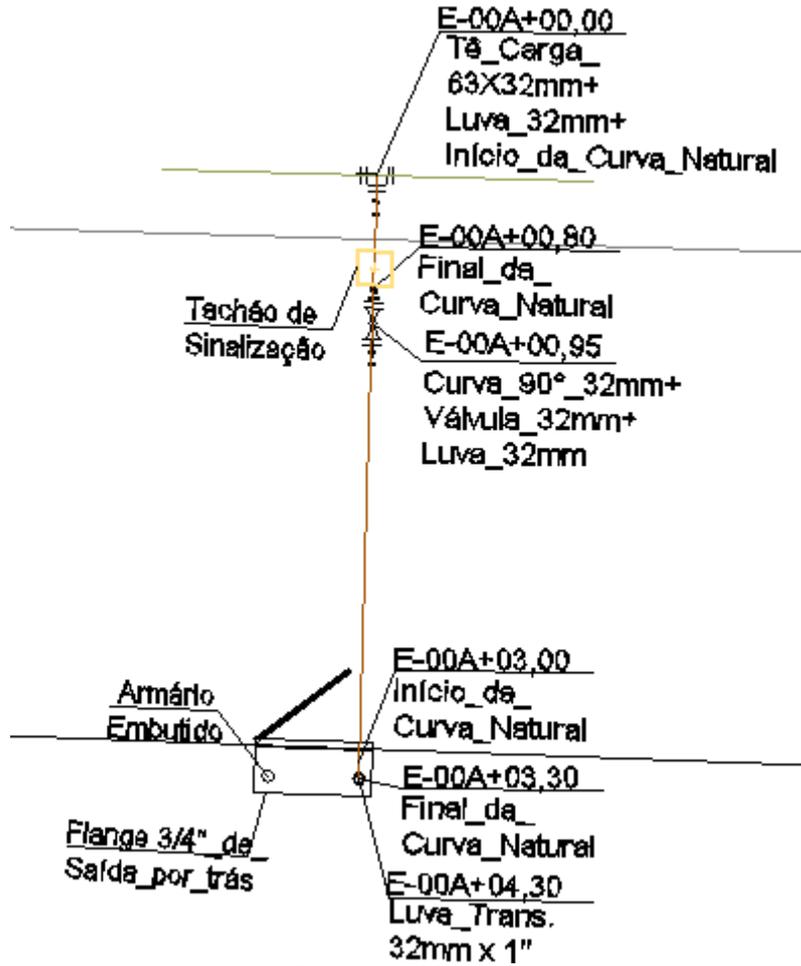
Fonte: Algás, 2016.

- **Estaqueamento**

O estaqueamento deve ser horizontal e na direção do caminhamento do gasoduto, a cada 20m, e referenciado (iniciado e finalizado) a um mesmo trecho de duto, Ramal Externo do Consumidor- REC e Ramal Interno do Consumidor – RIC. Considerar no início de cada derivação as estacas E-00A+00,00, E-00B+00, 00,....

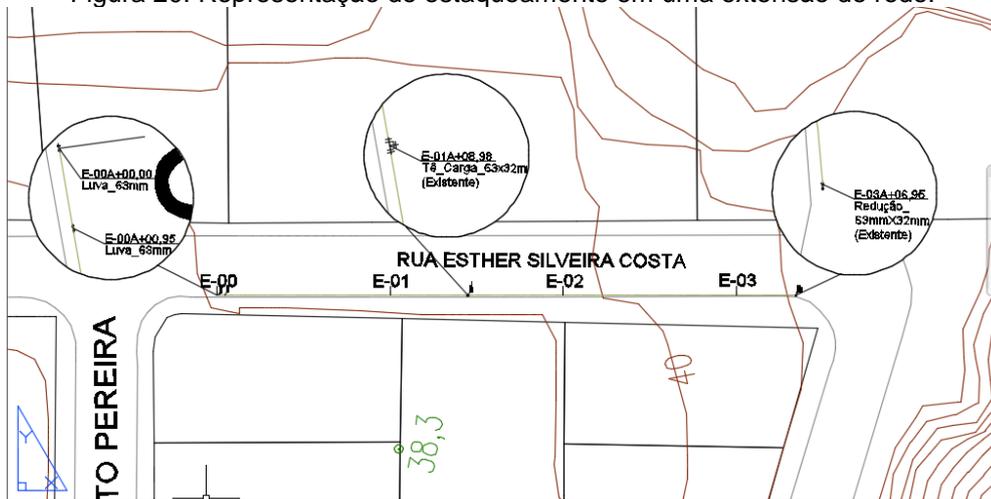
sendo as letras “A”, “B”, etc., adotadas para tantos quantos forem os trechos, como mostram as figuras 19 e 20.

Figura 19: Estaqueamento em um ramal de ligação do cliente.



Fonte: Algás, 2016.

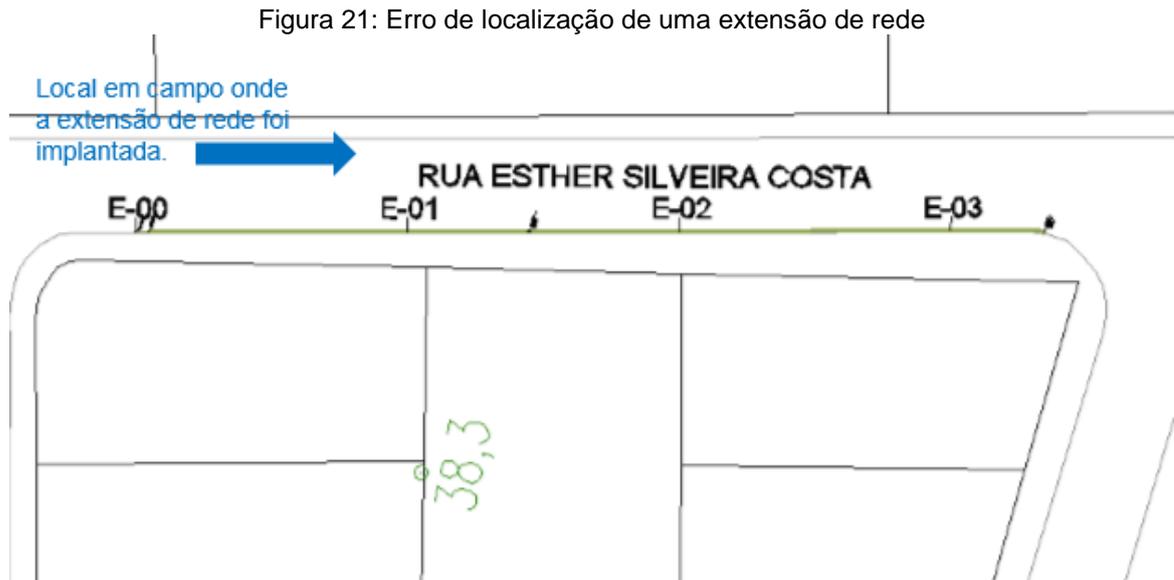
Figura 20: Representação do estaqueamento em uma extensão de rede.



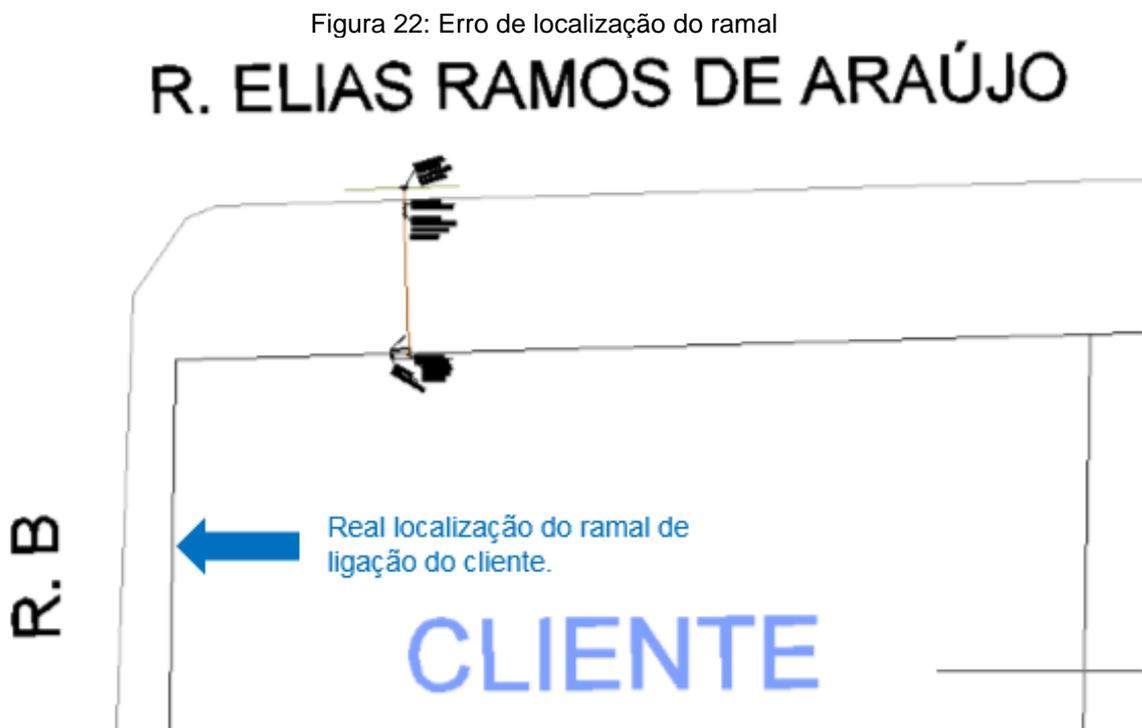
Fonte: Algás, 2016.

- **Localização**

Erros como a localização do gasoduto também são bastante comuns, o compromisso com as amarrações é de grande importância visando que em situações de escavações por terceiros o gasoduto deverá estar na real localização como destacam as figuras 21 e 22.

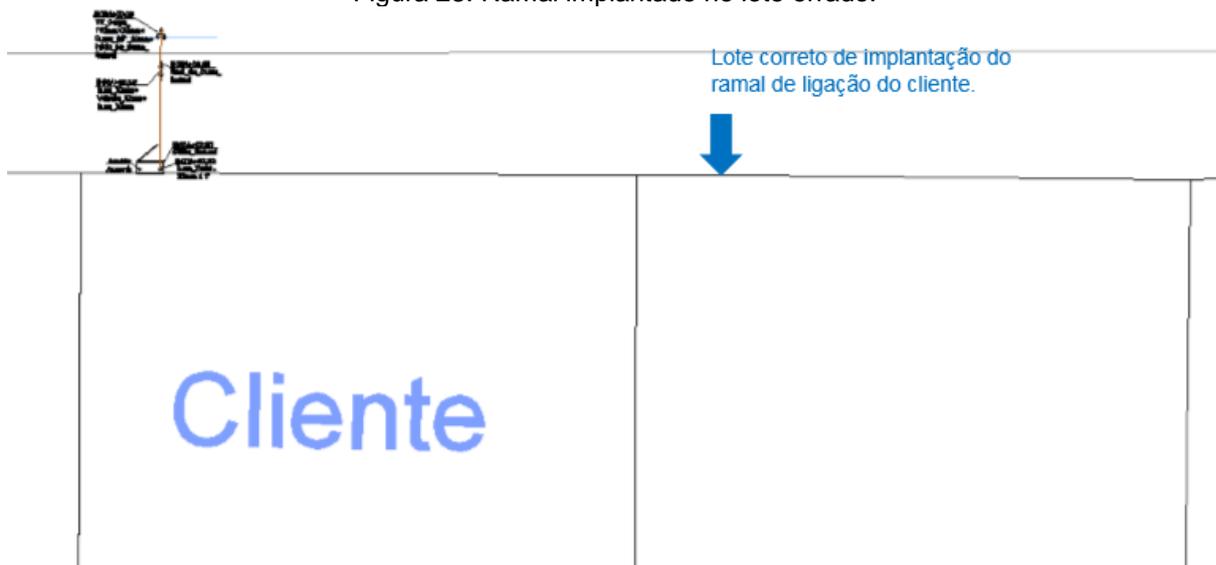


Fonte: Algás, 2016.



Fonte: Algás, 2016.

Figura 23: Ramal implantado no lote errado.



Fonte: Algás, 2016.

3.2.2 Tabela de controle

Utilizou-se uma planilha em Excel, que foi preenchida com os dados levantados através da análise dos DCC'S, onde foram observadas a incidência de treze tipos de não conformidades mais frequentes.

3.3 Análise Final

A análise final se deu através de uma análise pontual das não-conformidades encontradas nos DCC's, utilizando para isso o AutoCAD Map 3D e a tabela de controle. Os erros encontrados nos dados visualizados no AutoCAD Map 3D foram destacados na tabela de controle. São verificados 14 itens que compõem a tabela de controle, como, por exemplo, comprimento da tubulação, lista de materiais, conectividade, objeto de data, *viewport*, entre outros. Após a análise de não-conformidade de cada DCC foi utilizado o software Excell para analisar estatisticamente quais foram os erros detectados que ocorreram com maior frequência. Após a análise estatística foram apresentados os resultados utilizando gráfico de pizza.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já era esperado a partir dos dados analisados foram obtidos resultados satisfatórios com objetivo de gerar melhorias para evitar a propagação dos erros no cadastro de redes de gás natural, sob esta perspectiva foram produzidos alguns gráficos, onde serão explanados os erros em que mais ocorreram incidências.

4.1 Tabela de Controle

Utilizando a Tabela de Controle de DCC's, disponibilizada pela Algás, foram avaliados em intervalo de quatro anos (2013 a 2016), uma amostra de 633 DCC's onde, foi possível constatar que 84% desses documentos apresentaram alguma não conformidade causando assim sua reprovação. Sendo assim, dentro dessa realidade apenas 16% dessas amostras foram aprovadas, por conseguirem atingir todos os critérios de qualidade pré-estabelecidos pela Algás (Figura 24).

Figura 24: Índice de aprovação e reprovação dos DCC's analisados.

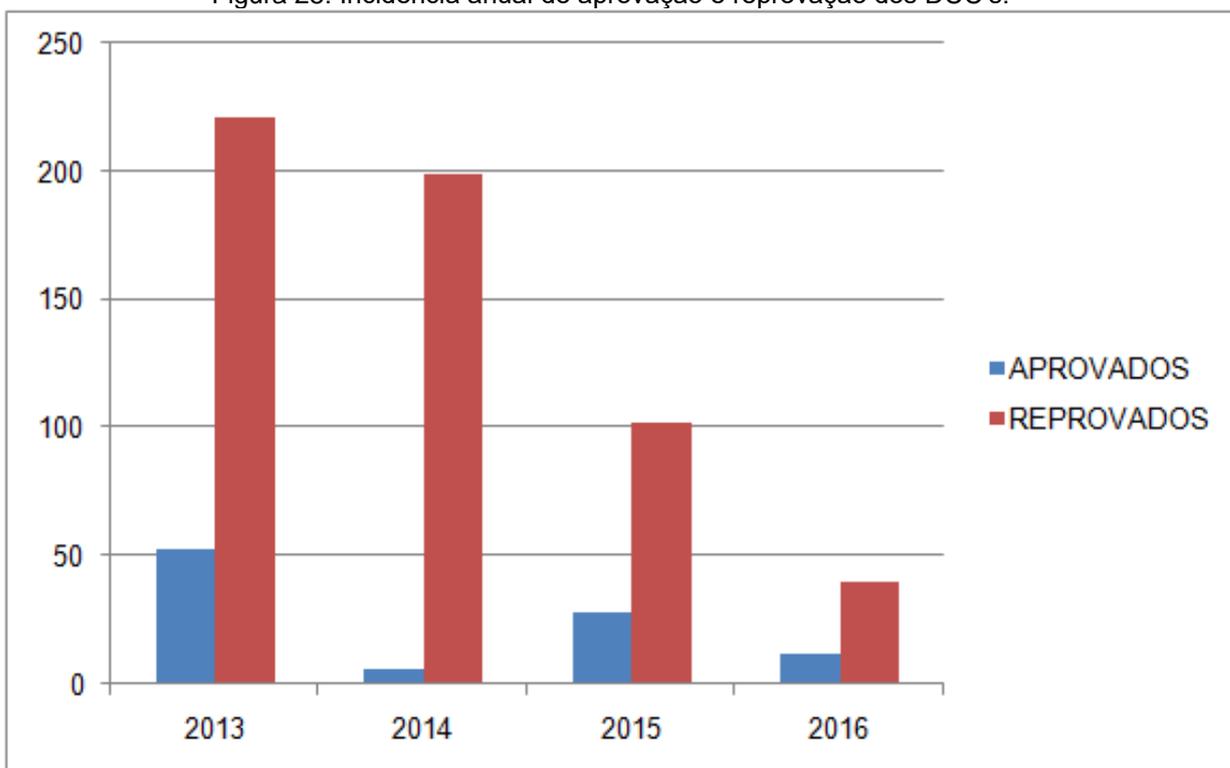
Índice de Aprovação e Reprovação dos DCC's Analisados.



Fonte: Próprio autor.

Ao se analisar a figura 25 é perceptível que no ano de 2013, em que foi implantada a padronização para a elaboração dos DCC's, foram analisados 274 documentos, e dentro desta realidade obteve-se os maiores valores de aprovação (53) e de reprovação (221). Salientamos, que foi a partir deste ano que a Algás passou a exigir da sua contratada que seguisse os critérios de qualidade para elaboração dos DCC's.

Figura 25: Incidência anual de aprovação e reprovação dos DCC's.



Fonte: Próprio autor.

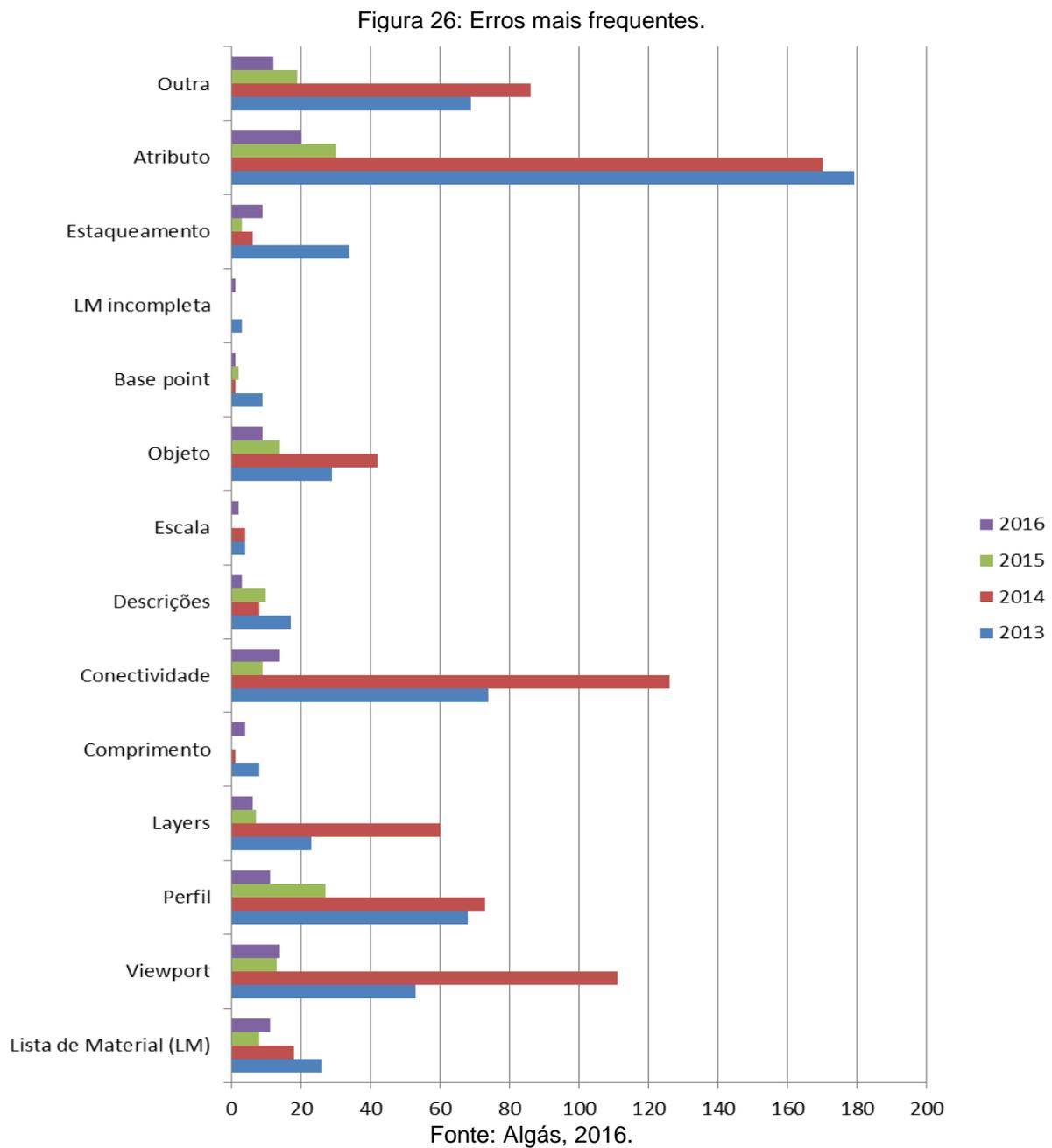
Nos anos seguintes a implantação da padronização, diferentemente dos resultados esperado, não atingiram o percentual desejado com a implantação das novas normas de padronização na elaboração dos documentos. O ano de 2014 retrata bem essa realidade, já que em uma amostra de 205 documentos avaliados apenas 6 conseguiram obter aprovação, e 199 foram reprovados evidenciando assim a incapacidade das empresas contratadas em seguir os critérios de qualidade impostos.

Em 2015, ocorreu a avaliação de 102 DCC's, e apenas 28 foram aprovados pela a Algás e 74 foram reprovados. Está queda abrupta se deu, por conta da mudança da empresa responsável pela implantação de redes e elaboração dos DCC's, gerando assim um retrocesso na adaptação aos padrões metodológicos de construção dos DCC's.

No primeiro trimestre do ano de 2016 foram examinados 52 documentos, e apenas 12 obtiveram uma elaboração satisfatória, gerando assim sua aprovação e 40 não atingiram os critérios estabelecidos, demonstrando assim que mesmo após um ano a nova empresa ainda não tinha conseguido se adaptar aos padrões mínimos exigidos para conquistar a aprovação de um número mais significativo de DCC's. Está realidade pode observada na figura acima.

4.2 Comparação dos Dados no AutoCAD Map 3D

Foi realizada uma análise dos dados dos DCC's da Algás, considerando um intervalo de quatro anos: 2013 a 2016. Com o auxílio do AutoCAD Map 3D foi possível apontar a incidência dos quatorze tipos de não conformidades mais frequentes como erros nos documentos apresentados pelas contratadas, como pode ser analisado na figura 26.



Ao se discutir as não conformidades mais frequentes, nos anos observados, podem ser destacados os itens Atributos, Conectividade e *Viewport*. Foram estes os itens que mais apresentaram incidências de erros, isto é atribuída à falta de capacidade metodológica dos funcionários das empresas contratadas em se trabalhar com as ferramentas e comandos do software AutoCAD Map 3D.

Já os itens que apresentaram uma menor quantidade de erros foram as: LM incompleta, *Base point*, Estaqueamento, Escala e Comprimento. Isso se deve ao fato destes itens estarem diretamente ligados ao pagamento da obra executada pelas empresas contratadas, havendo assim, uma maior preocupação das empresas em não incorrer nestes erros.

No ano de 2013, é possível perceber a ocorrência de grande número de não conformidades para 8 itens, e com mais relevância aconteceram erros nos itens Outros e Atributos (Figura 26). Saliente-se que neste ano ocorreu um elevado número de não conformidades devido ao processo de transição nas empresas contratadas, sendo assim estipulado o prazo de um ano para adaptação das novas empresas aos padrões exigidos pela Algás, para a elaboração dos DCC's.

A mesma realidade foi apresentada no ano de 2014, onde também 8 itens apresentaram um alto índice de não conformidades, e dentro desta realidade destaca-se que a quantidade de documentos com esses erros aconteceram de forma bem mais significativas que os demais anos, mantendo assim um padrão bastante elevado de incidências de erros.

Nos anos de 2015 e 2016, começou a ser criada uma estabilidade nos números de itens que apresentaram não conformidades e uma queda elevada no número de documentos que apresentaram esses tipos de erros. Como consequência desta diminuição aconteceu uma queda no número de reprovações e isso só foi possível devido a um maior comprometimento dos empregadores a capacitar seus empregados, respeitando assim os padrões de qualidade pré-estabelecidos pela Algás.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma síntese de estudos e análises do comportamento dos dados espaciais aplicados à rede de distribuição de gás natural, demonstrando que, nas condições operacionais atuais, os resultados não satisfazem as informações como: pressão, diâmetro, comprimento e localização da rede. Essas incidências de erros ocorrem: através da falta de informação contidas no DCC, através da falta de padronização na elaboração dos mesmos.

Destacamos que durante o período de análise dos DCC's foram analisados um total de 633 DCC's onde 84% desses foram reprovados, ou seja, um alto índice. Um índice alarmante, pois estamos lidando com um cadastro de dados espaciais referentes a redes de distribuição de gás natural, onde é de fundamental importância um cadastro de qualidade, pois existe um grande risco envolvido, com um cadastro de rede ineficiente. Visto a importância que esses documentos possuem é um resultado muito negativo. Com a implantação de Redes de Distribuição de Gás Natural aumentando a cada dia, faz-se necessário um cadastro de rede eficiente com DCC's bem elaborados facilitando a gestão das redes subterrâneas. Assim quando solicitados apresentem informações objetivas que contribuam para realização de trabalhos de manutenção, localização e tomada de decisões quanto à rede de distribuição.

Constatamos que existe uma necessidade de estabelecer um mecanismo para a padronização, procedimento e entrega dos cadastros, que já foram executados e necessários para a realização de determinada obra. Ressaltamos que é de extrema importância a unificação dos dados coletados, pois nem sempre essas informações são de conhecimentos das próprias concessionárias que fornecem o serviço.

Observou-se que a qualidade do dado espacial se refere ao grau de confiabilidade e a consistência reflete a concordância e coerência que compõem o mapa digital. A qualidade e a consistência dos dados geográficos devem ser controladas ao longo de todo o processo de coleta, e armazenamento dos dados, uma vez que quando se encontram incorretos não há informações confiáveis, o que conseqüentemente ocasionam erros gerenciais e desperdícios em todas as dimensões de um processo que usa dados geográficos, seja público ou privado.

Vale destacar que com o crescimento desordenando das cidades, os espaços subterrâneos disponíveis para a implantação de redes de infraestrutura foram ficando cada vez mais escassos. Deste modo, para execução de obras de engenharia é necessário um estudo detalhado da região onde será implantado esse projeto, para garantir que os equipamentos existentes não sejam danificados em função do desconhecimento posicional das redes de utilidades. O que se sugere para um próximo estudo é a eficácia no georreferenciamento das redes subterrâneas.

Destacando assim uma maior preocupação, com a qualidade da informação que está sendo gerada, pois a mesma deverá ser de fácil interpretação, sendo uma informação clara e precisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **ISO 19113**: Geographic Information – Quality principles, Geneva, Switzerland, 2002. 29p.

_____. **ISO 19114**: Geographic Information – Quality evaluation procedures, Geneva, Switzerland, 2003. 63p.

_____. **NBR 12587**: Cadastro de sistema de esgotamento sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 12712**: Projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ALGÁS, **Empresa de distribuição de gás canalizado de Alagoas**, disponível em: http://www.algas.ccom.br/algas/empresa/linha_tempo/, acesso em março de 2016.

ARIZA, F. J. **Calidad em La producción cartográfica**. Espanha, editora: Ra-Ma, 2002. 389p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Elaboração do “Como Construído” (As Built) para edificações**. NBR 14645. 2000.

ANP - **Agência Nacional do Petróleo**, disponível em: <http://www.anp.gov.br>, acessado em: 10 de janeiro de 2016.

BARROS E. R. O. **Uma Proposta para o Controle de Qualidade do Processo de Certificação de Imóveis Rurais**. 2011. 170 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BARROS E. R. O; CARNEIRO, A. F. T. Qualidade do sistema de certificação de imóveis rurais para estruturação da base geométrica do CNIR – Cadastro Nacional de Imóveis Rurais. **In**: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, Recife. **Anais** do IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife: UFPE, 2012. p. 001 – 009. 1 CD ROM.

BARROS FILHO, M. B. B. de. **Desenvolvimento de Sistema de Geoinformação como Suporte ao Gerenciamento das Redes de Distribuição de Água**. Recife, 2005, 85 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

BORGES, K. A. V., JUNIOR, C. A. D., LAENDER, A. H. F., 2005. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. **In**: Casanova, M. A., Câmara, G., Junior, C. A. D., Queiroz, G. R. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO.

BORGES, K.A.B. **Modelagem de Dados Geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Dissertação (Mestrado em Ciências da

Computação) - Escola de Governo Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/cursos>> acesso em 28 de Abril de 2012.

BRITTO, M. P. T. de. **Desenvolvimento da indústria do gás natural no Brasil: Estratégia empresarial e seus desafios**. 2002. 104 f. Dissertação (Mestrado de Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

CÂMARA, G., BORGES, K. Modelagem de Dados Geográficos. In: CÂMARA, G.; Davies, C., et al, (ed). In: **Introdução á Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES, G. MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 197p.

CASTELANI, M. R. **Sistema especialista para o gerenciamento operacional de redes de distribuição de gás natural**. Florianópolis, SC, 2003.168 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós – Graduação em Engenharia Mecânica.

CINTRA, J. P.; NERO, M. A. Metodologia para controle de qualidade de mapeamentos sistemáticos em meio digital. Macaé, RJ. In: XXII Congresso Brasileiro de Cartografia. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2005 a.v. XXII. p. 1-14.

COSTA, D. C. **Implantação de corredores urbanos de transporte: metodologia dos procedimentos cartográficos e topográficos**. 1996. 249p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

COSTA, D. C. **Diretrizes para elaboração e uso de bases cartográficas no planejamento municipal: urbano, rural e transportes**, 2001. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DEVILLERS, R.; BEDARD, Y.; JEANSOULIN, R.; MOULIN, B. **Towards spatial data quality information analysis tools for experts assessing the fitness for use of spatial data**. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 21, Nº3, 2007, p. 261–282.

DEVILLERS R.; JEANSOULIN R. **Fundamentals of Spatial Data Quality** Editora: Hermès Science/Lavoisier. França. 2006.

GALO, M.; CAMARGO, P. O. O uso do GPS no controle de qualidade de cartas. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. p.41-48. 1994.

GARCES, T. V. **Desenvolvimento de estudo para gerenciamento de risco em gasodutos de um sistema de distribuição de gás natural**. Recife, PE, 2009. 193f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção.

GEMAEL, C., **Introdução ao ajustamento das observações – Aplicações geodésicas**. Paraná: UFPR, 2004. 319p.

GOODCHILD, M. F. Foreword. In: SHI, W. **Principles of Modeling Uncertainties in Spatial Data and Spatial Analyses**. CRC Press, 2010.

HUXHOLD, W. E.; **“An Introduction to Urban Geographic Information Systems”**. Oxford University Press. 1991.

LAURINI; D. THOMPSON, **Fundamentals of spatial information systems**. London, Academic Press, 1992.

LAZZAROTTO, D.R. **Avaliação da Qualidade das Bases Cartográficas por Meio de Indicadores e Sistemas de Influência Fuzzy**. Setor de Ciências da Terra, UFPR, Curitiba, 2005.

LIMA, Ivy Nunes dos Santos. **A Interoperabilidade na Gestão de Dados Cadastrais Para Serviços de Infraestrutura**. Recife, 2009, 84p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

LONGLEY, P. A; GOODCHILD, M. F; MAGUIRE, D. J. RHIND, D. W. **Sistemas e ciências da Informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540p.

LUNARDI, O. A.; PENHA, A. L. T.; CERQUEIRA, R. W. O exército brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Recife, Brasil. p. 8. 2012.

MANOEL, C. O. **Aspectos regulatórios e modelos contratuais aplicáveis ao mercado de distribuição de gás natural a granel (Gás Natural Comprimido – GNC e Gás Natural Liquefeito – GNL) no Brasil**. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Maranhão, V. C. **MODELAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO**. Recife, 2013, 140p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

NAVRATIL, G. **How laws affect Data Quality**. In: Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Quality. Brucka. d.Leitha, Austria. GeoInfo Yellow Series, pp. 37-47, 2004.

PEREIRA, J. C. R.; **Análise de dados Qualitativos – Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. 3ª Ed. Editora da Universidade de São Paulo-EDUSP. São Paulo – SP. 2004. 156p.

ROCCO, J. **Métodos e procedimentos para a execução e georreferenciamento de redes subterrâneas da infra-estrutura urbana**. São Paulo, 2006, 181p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes.

SÁ, L. A. C.M. de. **Modelagem de Dados Espaciais para Sistemas de Informações Geográfica: Pesquisa na Emergência Médica**. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

SANTOS, E. M. dos. (coord.). **Gás Natural: estratégias para uma energia nova no Brasil**. São Paulo: Annablume, FAPESP, Petrobrás, 2002.

SANTOS, J. C. dos. **Análise da Aplicação do Modelo de Domínio de Conhecimento em Administração Territorial ao Cadastro Territorial Urbano Brasileiro**. Recife, 2012, 114p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

SATO, S. S. **Sistema de controle de qualidade dos processos fotogramétricos digitais para produção de dados espaciais**. 2003. 238 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVA, A. G. R.; SILVA, D. L. **A Avaliação da Qualidade de documentos Cartográficos Aspectos Geométricos, Temáticos e Temporais**. Instituto Militar de Engenharia IME, Rio de Janeiro, 2003.

SINGH, H. S. Data Warehouse: **Conceitos, Tecnologias, Implementação e Gerenciamento**. 1ª ed. São Paulo: Makron Books. 2001.

VASCONCELOS, D. D. S.; VERAS, R. de C. **Modelagem de uma rede de distribuição de gás natural**. Maceió, AL, 2007. 68 f. TCC (graduação em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2007.

VAZ, C. E. M.; PONCE-MAIA, J. L.; SANTOS, W. G. dos. **Tecnologia da indústria do gás natural**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 416 p. ISBN 9788521204213 (broch.).

VIEIRA P. L., ANDRADE R. D. **Termo de referência para elaboração de projeto como construído (As Built)**. Estudo Preliminar - CREA-PB e IBEC-PB, Paraíba, 2007.

YOURDON, E. **Análise Estruturada Moderna**. 3 Ed. Trad. Dalton C. de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

WELLINGTON, L.; THOMSON, L. **PHP e MYSQL - Desenvolvimento Web**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.