



# CENÁRIO BRASILEIRO DE TUBOS DE AÇO DE PEQUENO DIÂMETRO: O OLHAR SOBRE O SETOR<sup>1</sup>

Willy Ank de Moraes<sup>2</sup>

Heretiano Dalmacio Sampaio Junior<sup>3</sup>

Carlos Francis<sup>4</sup>

## Resumo

Os tubos, especialmente os de aço, são utilizados como matéria-prima em diversos setores da economia, tais como: máquinas agrícolas, automobilístico, moveleiro, construção civil, saneamento, petróleo e gás. As principais características intrínsecas dos produtos tubulares os tornam mais do que necessários à indústria. As mais de 65 empresas produtoras de tubos fornecem ao país em torno de: 1,23 milhões toneladas de tubos de aço de pequeno diâmetro com costura; 490 mil toneladas de tubos de grande diâmetro e 533 mil toneladas de tubos sem costura. Este trabalho visa demonstrar a realidade nacional na produção de tubos de pequenos diâmetros, empregados em inúmeras aplicações, mas que não são perfeitamente percebidas no nosso dia-a-dia.

**Palavras-chave:** Tubos; Propriedades mecânicas; Soldagem; Aços.

## BRAZILIAN SCENARIO OF LOW DIAMETER STEEL TUBES: A VIEW TO THE SECTOR

### Abstract

Tubes, especially steel tubes, are utilized as raw (input) material in various economic sectors, like: agricultural machines, automobilistic, furniture, civil construction, sanitation, petroleum and gas. The main inherent characteristics of the tubular products let them more than necessary to the industry. Over 65 tubular producers furnish to the country approximately:  $1.234 \cdot 10^3$  MT of low diameter seamed tubes; 490 MT of larger diameter tubes and 533 MT of seamless tubes. This work aims demonstrates the Brazilian reality of low diameter tubes production, employed in various applications, some of them, not perceived daily.

**Key-words:** Tubes; Mechanical properties; Welding; Steels.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Doutorando, MSc., Eng<sup>o</sup> Metalurgista, Téc. em Metalurgia, Engenheiro de Produto Sênior da USIMINAS de Cubatão, Professor da Faculdade de Engenharia da UNISANTA e Diretor da divisão técnica "Aplicações de Materiais" da ABM. E-mail: willyank@unisanta.br ou willy.morais@usiminas.com.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Mecânica pela UNISANTA, Téc. em Metalurgia, Diretor Administrativo e Financeiro da INSPEBRAS – Serviços em Montagem Industrial Ltda. heretianojr@inspebras.com.br.

<sup>4</sup> Jornalista Grupo CIPA – revista Tubo & Cia. redacao6@cipanet.com.br.



## 1 INTRODUÇÃO

Os tubos de aço são produtos bastante empregados pela indústria, nas mais diversas aplicações, desde simples e finos conduítes de energia elétrica aos tenazes e grandes tubos para gasodutos, passando pelos resistentes e espessos tubos para construção mecânica. Grandes tubulações podem transportar grandes quantidades de fluidos a longas distâncias, como é o caso do gasoduto Brasil-Bolívia, ou mesmo pequenas quantidades de fluidos especiais, como é o caso dos tubos capilares, empregados em equipamentos de precisão e para fins medicinais. Além disso, apesar do imaginário sempre associar os tubos com o processo de condução de fluidos, muitas de suas aplicações não são caracterizadas pelo transporte de fluidos, como é o caso dos tubos empregados para construção mecânica e civil.

O transporte de fluidos é através de um duto é geralmente o meio mais econômico e conveniente de transporte de líquidos, especialmente em grandes quantidades ou em maiores frequências. No caso da indústria petroquímica, geralmente os campos de petróleo e gás se localizam muito distantes dos centros consumidores, tornando-se necessário o transporte destes produtos a longas distâncias, através de oleodutos e de gasodutos. Existem impressionantes exemplos de gasodutos na América do Norte, na Europa e na Rússia, que se estendem por milhares de quilômetros. No caso da América do Sul existem dois gasodutos que se encontram em consolidação ou construção: o gasoduto Bolívia-Brasil e o gasoduto *Cruz del Sur* (também conhecido como Argentina-Brasil). A Figura 1 ilustra a atual rede de gasodutos do Brasil e do seu entorno nos países do Mercosul.



Figura 1 – Rede de distribuição de gás por gasodutos no país.<sup>(1)</sup>

A rede de dutos da Petrobras tem uma extensão de 11,6 mil quilômetros. Apenas os gasodutos totalizam 4,5 mil quilômetros, com capacidade de transporte de 55 milhões de metros cúbicos por dia. Segundo o cronograma do governo, até este ano (2010), o País terá 7 mil quilômetros de gasodutos, com capacidade de movimentar diariamente 110 milhões de metros cúbicos de gás.<sup>(2)</sup> A obra do gasoduto de interligação das malhas Nordeste e Sudeste foi dividida em três trechos: Cacimbas-Vitória (130 km), Cabiúnas-Vitória (303 km) e Cacimbas-Catu (954 km). Os dois primeiros já estão prontos e em operação comercial. Com 954 km, o terceiro e maior trecho, o gasoduto Cacimbas-Catu (Gascac) foi concluído neste mês e recebeu nessa quinta-feira, 25, autorização da Agência Nacional do Petróleo (ANP) para começar a operar.<sup>(3)</sup>

Em termos estruturais os tubos possuem características bastante atraentes devido à sua geometria, que confere, especialmente para os tubos de seção reta circular, grande rigidez com baixo peso e volumes relativos.<sup>(4)</sup> Para comprovar esta característica estão apresentadas na Tabela 1 algumas características intrínsecas de vários tipos de formas estruturais comerciais de similar massa linear (entre 18 a 22kg/m). O momento de inércia é um parâmetro básico utilizado para determinar a rigidez de uma estrutura, assim como o módulo de flexão.

**Tabela 1** – Dados para projeto estrutural com formas geométricas variadas<sup>(5)</sup>

TIPO DE SEÇÃO	Área (cm <sup>2</sup> )	Massa linear (kg/m)	Espessura (mm)	D Hor. Máx (mm)	D Vert. Máx (mm)	Momento de inércia (cm <sup>4</sup> )			Módulo de flexão (cm <sup>3</sup> )		
						X-X	Y-Y	Média	X-X	Y-Y	Média
Circular	27	21	-	59	59	58	58	58	20	20	20
Quadrada	26	20	-	51	51	55	55	55	15	15	15
Barra chata	26	20	-	102	25	222	14	118	44	11	27
Sextavada	22	18	-	51	51	40	40	40	16	16	16
Perfil "L"	24	19	12.7	102	102	234	234	234	33	33	33
Perfil "I"	24	19	9.1	152	85	911	78	495	120	18	69
Perfil "U"	27	21	9.9	203	59	1490	62	776	147	14	80
Perfil "H"	29	22	6.2	206	102	2000	142	1071	194	28	111
Tubo circular	27	21	6.4	141	141	618	618	618	88	88	88

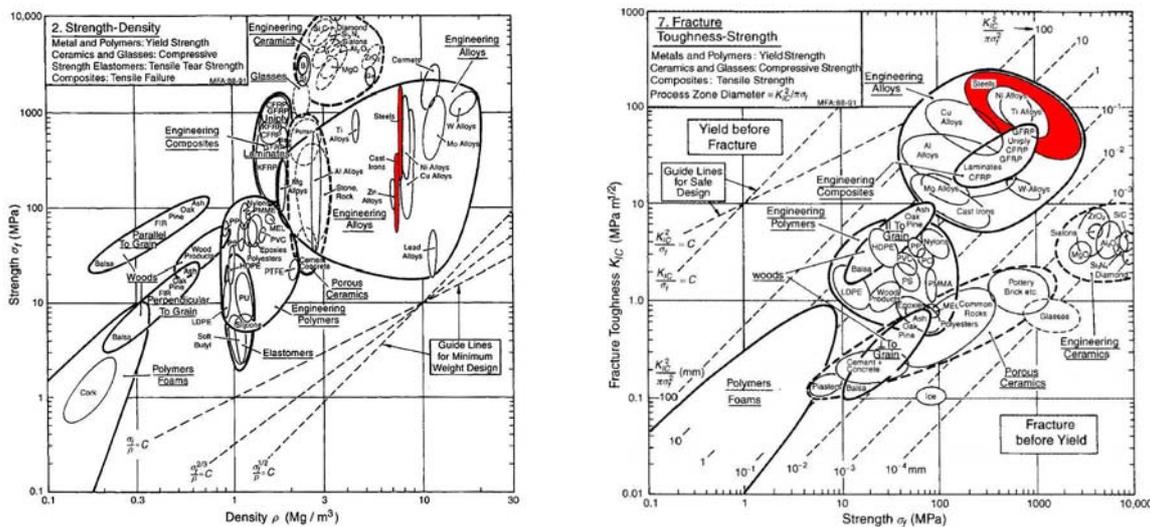
Conforme pode ser visto na tabela, as seções que possuem maior momento de inércia são os perfis estruturais “U” e “H”: 1.490 cm<sup>4</sup> e 2.000 cm<sup>4</sup>, respectivamente. Porém isto ocorre apenas quando estes perfis são solicitados na direção correta, pois quando solicitados na direção menos favorável, o valor do momento de inércia cai abruptamente para 62 cm<sup>4</sup> e 142 cm<sup>4</sup>, respectivamente. Por outro lado, os perfis tubulares apresentam sempre o mesmo momento de inércia de 618cm<sup>4</sup>, não importa a direção de solicitação. Além disso, os perfis estruturais tradicionais “U” e “H” apresentarem dimensões maiores (203 mm e 206 mm, respectivamente) do que as dimensões (141 mm de diâmetro) do perfil tubular equivalente em peso (21 kg/m). Estas características tornam os tubos como o elemento estrutural preferencial para aplicações nas quais são envolvidos esforços de torção, carregamentos alternados ou mesmo para estruturas arquitetonicamente atraentes, mas estruturalmente complexas.<sup>(4)</sup> Esta é uma situação de carregamento que ocorre tipicamente também com diversos tipos de componentes automobilísticos.

Por outro lado, o aço é um material que apresenta características típicas que tornam este material bastante competitivo em diversas aplicações, como por exemplo:

- disponibilidade: 5<sup>o</sup> elemento químico mais disponível na crosta terrestre;<sup>(6)</sup>
- facilidade de produção: é o metal com maior histórico tecnológico de produção, sendo que o processo apresenta um alto desempenho e menor consumo de energia específico em relação aos demais materiais;<sup>(7)</sup>
- versatilidade e abrangência de propriedades mecânicas: tratamentos termo-mecânicos podem produzir variedades de aços mais resistentes, mais dúcteis ou mais tenazes, conforme as necessidades de aplicação; e
- grande tenacidade à fratura: é o material de engenharia que apresenta o maior valor de tenacidade à fratura entre todos os materiais de engenharia.

As duas primeiras características estão diretamente relacionadas ao baixo custo de produção do aço, enquanto que as duas últimas traduzem o diferencial técnico deste produto. Para exemplificar estas características estão apresentados na Figura 2 dois

gráficos que ilustram a versatilidade dos aços e seu bom desempenho em termos de resistência mecânica e à fratura (tenacidade). Estas características são as principais razões pelas quais o aço é utilizado em larga escala como matéria-prima nos mais diversos setores industriais, inclusive e especialmente na produção de tubos.



(a) – Resistência Mecânica x peso específico

(b) - Tenacidade x resistência

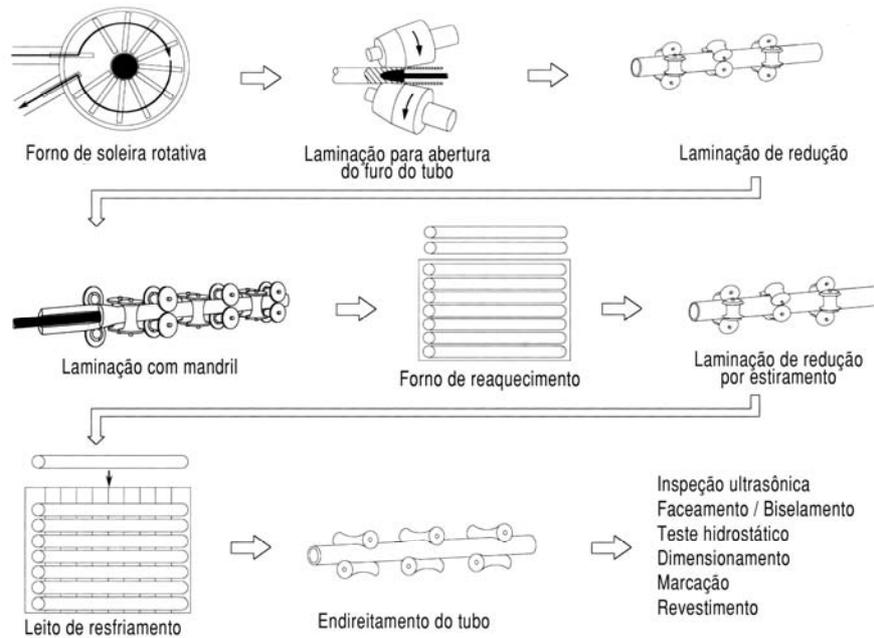
**Figura 2** – Distribuição das propriedades mecânicas dos vários grupos de materiais disponíveis ilustrando: (a) a grande faixa de abrangência das propriedades das ligas ferrosas e (b) a superioridade da resistência à fratura dos aços.<sup>(8)</sup>

Assim sendo, tanto como recipientes para transporte de fluidos, como para elementos estruturais, os tubos de aço têm sido utilizados em diversos setores da economia, tais como máquinas agrícolas, automobilístico, moveleiro, construção civil, saneamento, petróleo e gás. A variedade de tipos de seções retas (circular, quadrada, elíptica, semicírculo e especiais), também oferecem uma flexibilidade maior a estes produtos, já que a geometria pode gerar propriedades mecânicas mais adequadas, conforme ilustrado pela Tabela 1, em função de sua aplicação final.

Existem algumas opções de processos para produzir tubos de aço e cerca de 70 fabricantes nacionais que os empregam nas suas instalações industriais. Cada processo tem características intrínsecas que o torna mais apto para produzir um determinado tipo de tubo. Neste trabalho serão descritos sumariamente os principais processos de produção de tubos de aço e características dos produtos obtidos.

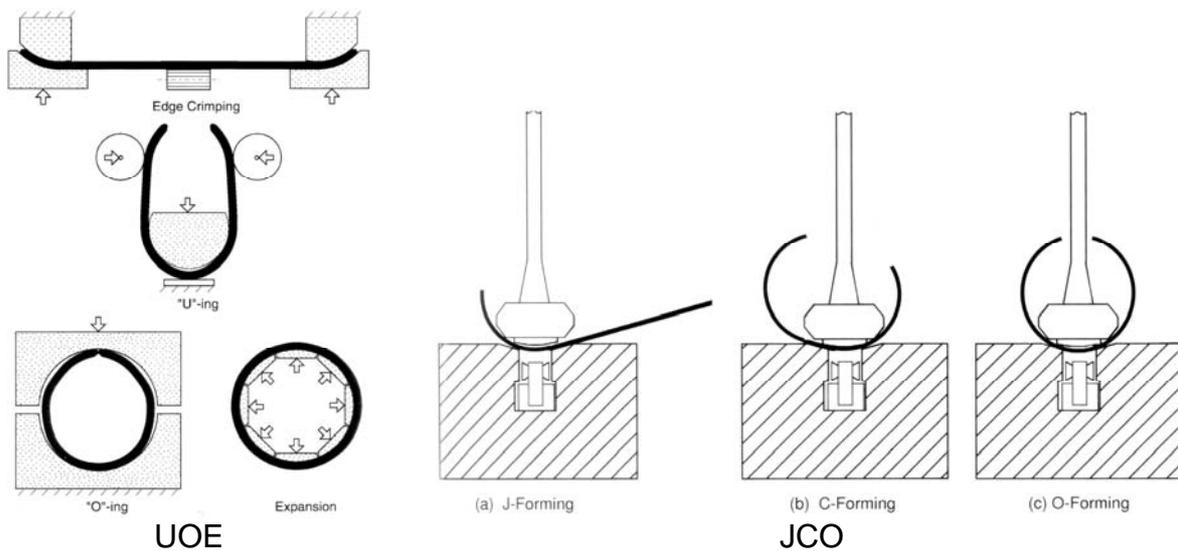
## 2 PROCESSOS PRODUTIVOS

Existem basicamente dois tipos de tubos: com costura (soldados) e sem costura. Também são fabricados tubos a partir de chapas cuja união final é feita por dobramento, mas estes produtos possuem aplicações limitadas em termos estruturais. Cada tipo de tubo pode ser produzido por alguns processos e variantes destes processos, cujos principais processos de produção de tubos de aço utilizados no país são basicamente os ilustrados pela Figura 3 a 6. Pelo processo de laminação a quente, ilustrado na Figura 3, é possível obter tubos a partir de materiais de difícil trabalho a frio, como os aços de alto carbono ( $C \geq 0,50\%$ ) ou aços inoxidáveis martensíticos, como por exemplo, da norma API 5CT L80 13Cr.<sup>(9)</sup>

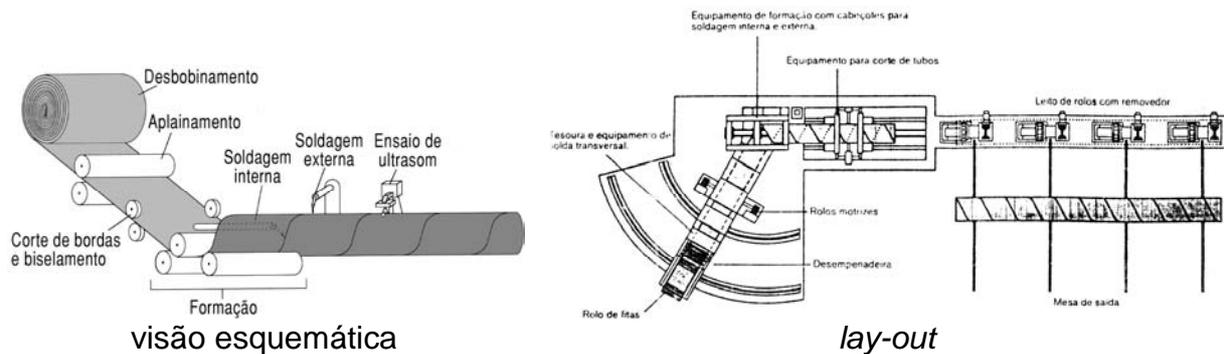


**Figura 3** – Resumo esquemático do processo de produção de tubos sem costura através de laminação (conhecido como processo “Mannesmann”).<sup>(10)</sup>

Os processos UOE, JCO e Helicoidal são empregados para produzir tubos de grandes diâmetros, sendo que os tubos Helicoidais são largamente empregados para o transporte de fluidos em baixa pressão (aquedutos, saneamento etc.) e os tubos UOE são bastante aplicados em gasodutos, onde a pressão de trabalho é elevada. Porém esta tendência está se equilibrando com a crescente utilização de tubos helicoidais também no transporte de petróleo e gás.<sup>(11)</sup>

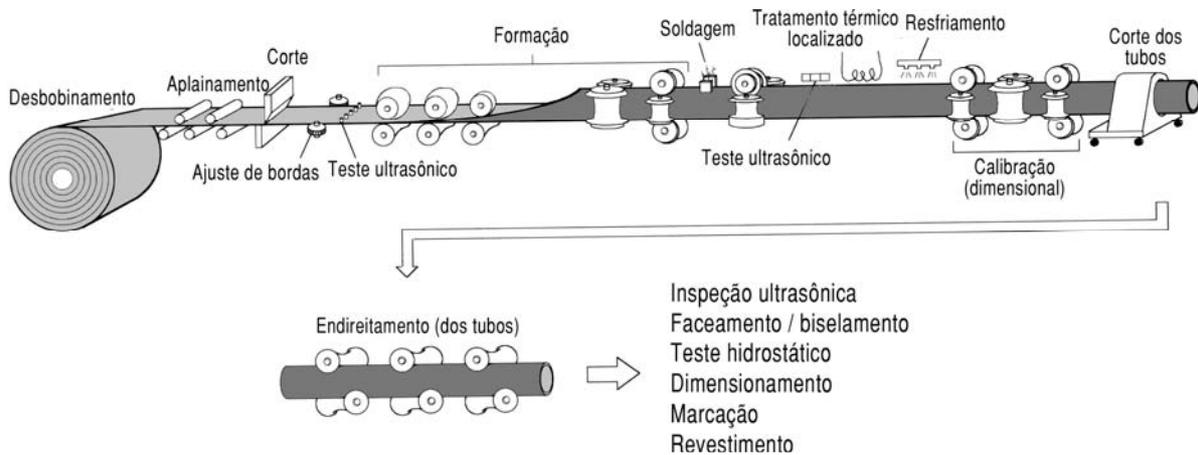


**Figura 4** – Dois processos de produção de tubos de grande diâmetro: UOE e JCO.<sup>(10)</sup> O processo JCO é muito similar ao processo de formação por calandra.



**Figura 5** – Visão esquemática e *lay-out* do processo de produção de tubos de grande diâmetro por formação helicoidal.<sup>(10)</sup>

A grande parte das empresas instaladas no país emprega o processo de produção por soldagem sem adição de metal, conhecido pela sigla ERW – *Electric Resistance Welding* e o HFIW – *High Frequency Induction Welding*, conforme ilustrado pela Figura 6. Como em todo processo, existem algumas variações em relação ao ilustrado nesta figura, como por exemplo, que a soldagem seja feita pela passagem de uma corrente elétrica que é transferida por contato elétrico (ERW) ou por indução através de uma bobina (HFIW). A possibilidade de um tratamento térmico localizado na linha de solda (feito por indução) também é uma variância do processo muito interessante, mas pouco comum e nem tão aceitável para a maioria das aplicações. Os produtos tubulares de uso mais comum para o mercado são produzidos pelo processo de conformação contínua e solda ERW / HFIW.

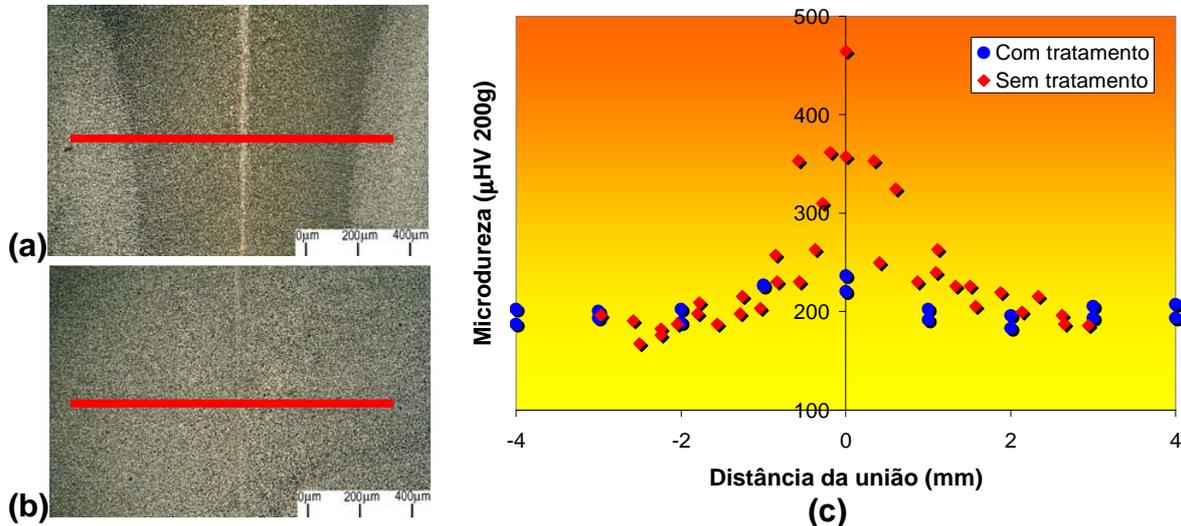


**Figura 6** – Visão esquemática do processo de produção de tubos de médio e pequeno diâmetro ERW / HFIW.<sup>(10)</sup> Alguns dos recursos são opcionais.

### 3 PROPRIEDADES E ENSAIOS

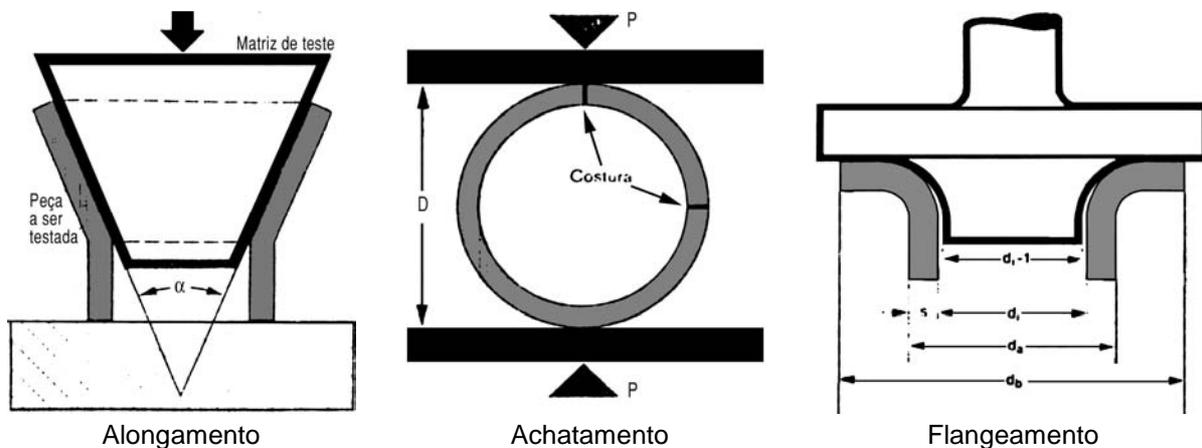
Os produtos tubulares possuem características particulares e usos específicos, daí surgiu-se a necessidade de ensaios tecnológicos também específicos para os produtos tubulares em adição aos tradicionais ensaios de análise química e resistência mecânica (tração e dureza). Estes ensaios, chamados tecnológicos, por definição, objetivam testar e quantificar características diretamente associadas com a aplicação final do produto analisado. Normalmente são ensaios que simulam, de maneira simplificada, o uso final do material de forma a quantificar o seu desempenho relativo e qualificá-lo para tal aplicação.

No caso dos tubos soldados, a maioria dos ensaios tecnológicos visa determinar o desempenho especialmente da região soldada, pois esta região é tipicamente um ponto de heterogeneidade de propriedades mecânicas, como ilustrado pela Figura 7. Nesta figura estão ilustradas a microestruturas de dois tubos com e sem o tratamento de térmico localizado (de normalização) na região da solda, tal como consta no esquema do processo de produção ERW ilustrado na Figura 6.

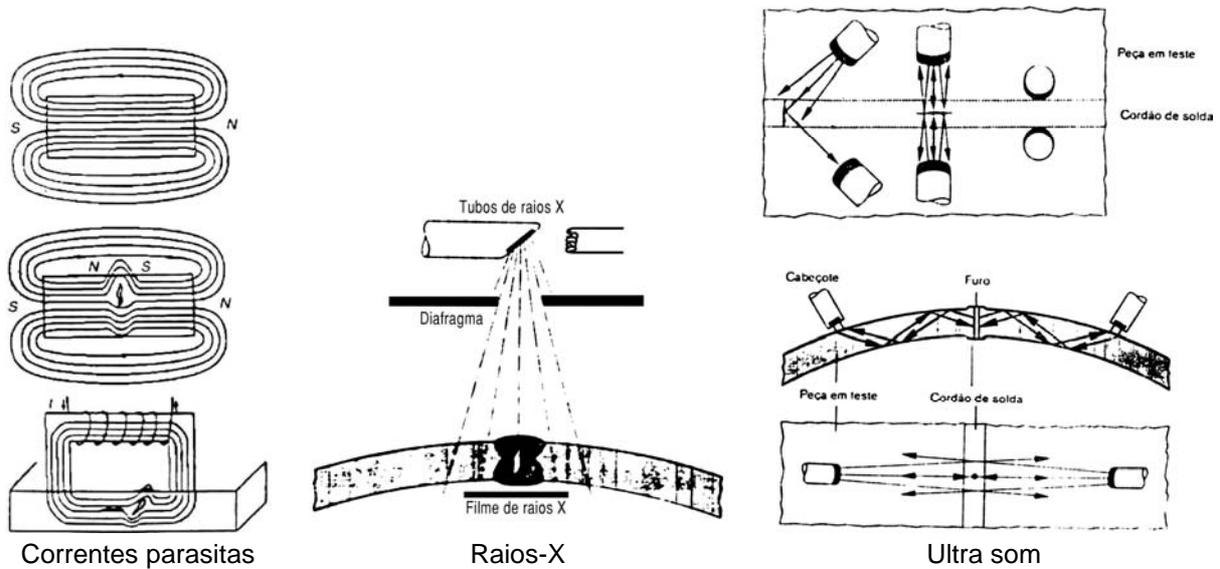


**Figura 7** – Aspecto microestrutural da região de solda de um tubo API 5CT<sup>(9)</sup> ERW: (a) sem tratamento térmico e (b) com tratamento térmico localizado. (c) Microdureza ao longo de uma linha na região soldada destes tubos.<sup>(12)</sup>

Considerando que muitas aplicações utilizam o tubo soldado, os típicos ensaios que visam verificar a qualidade da solda são basicamente três: alongamento (abertura), achatamento e flangeamento, todos exemplificados esquematicamente na Figura 8. Estes testes medem a capacidade de integração e homogeneidade da solda com o aço do tubo, nos quais a ductilidade da solda é de primordial importância para a aprovação do material. São típicos ensaios “passa não passa”, onde o grau de deformação imposta é tanto maior quando maior for o grau de severidade da aplicação final do tubo sendo testado. Similarmente, também são empregados diferentes ensaios não destrutivos, especialmente utilizando-se equipamentos de inspeção *on-line*, como mostrado na Figura 9.



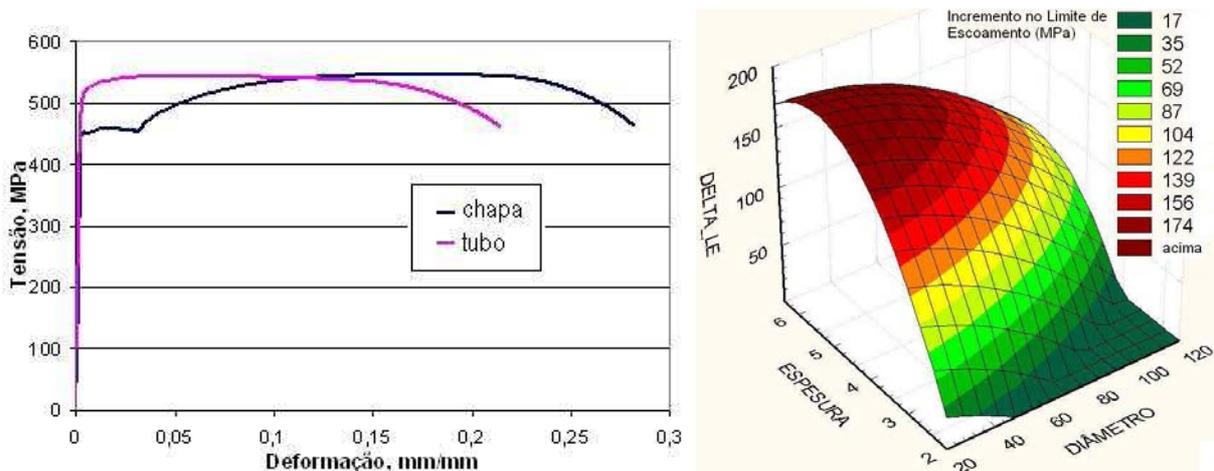
**Figura 8** – Esquemas dos ensaios tecnológicos comumente empregados para o controle de qualidade de tubos soldados ERW / HFIW.



**Figura 9** – Esquema de ensaios não destrutivos que podem ser empregados para o controle de qualidade de tubos soldados ERW / HFIW.

A caracterização dos produtos tubulares é importante, especialmente quando se considera que ocorre uma alteração nas propriedades mecânicas da matéria-prima utilizada, chapas, quando a mesma é transformada em tubos. Para aumentar a eficiência e competitividade, os produtores de tubos almejam a obtenção de produtos que atendam aos requisitos geométricos e de resistência mecânica da aplicação final, ao mesmo tempo em que se busca a redução dos custos e do tempo de produção. Porém este ganho em resistência não é simples de ser calculado, pois tal valor pode variar com as dimensões finais dos tubos, com a forma de amostragem e conformação e também com as características de encruamento do aço.

Em um trabalho recente,<sup>(13)</sup> foi obtida uma previsão das propriedades mecânicas em tubos. Esta não é tarefa tão trivial, pois depende de vários fatores associados ou não à produção dos tubos, tais como: uma boa rastreabilidade, uma amostragem representativa, comportamento em encruamento e ensaios mecânicos precisos. A Figura 10 e Equação 1 quantificam os resultados obtidos.



**Figura 10** – O gráfico à esquerda variação nas propriedades mecânicas e modelamento do encruamento ( $\Delta LE$  ou incremento no limite de escoamento) de um aço estrutural conformado na forma de tubos de pequeno diâmetro.<sup>(13)</sup>

$$\Delta LE = -218,6 - 0,751 \cdot \phi + 160,5 \cdot e - 0,009 \cdot \phi^2 + 0,176 \cdot \phi \cdot e - 15,7 \cdot e^2 \quad \text{Equação (1)}$$

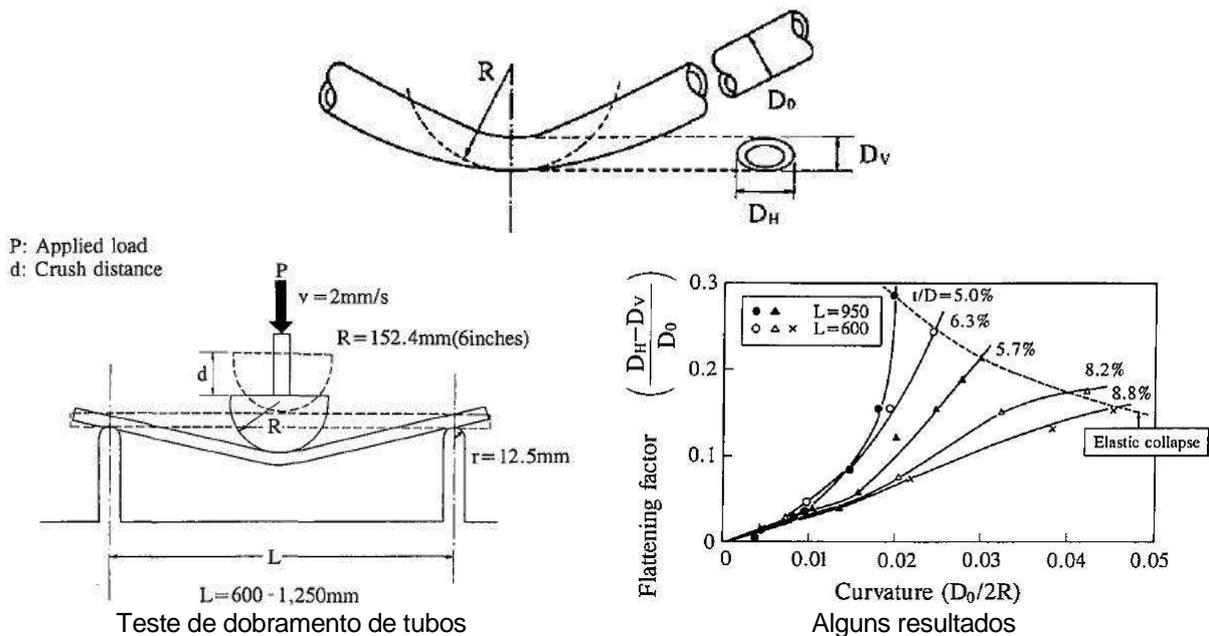
Onde:

$\Delta LE$  - variação no limite de escoamento (MPa);  $\phi$  - diâmetro nominal externo do tubo em mm; e - espessura do tubo em mm;

O tipo de aplicação final do tubo irá nortear as propriedades mecânicas que o tubo precisará apresentar. De uma forma geral, além do custo de produção, as propriedades mecânicas de resistência mecânica e tenacidade à fratura são duas das mais importantes. Um exemplo típico da relação entre o projeto do material e o seu processo de fabricação com as características mensuradas em ensaios tecnológicos e aplicação final são os tubos utilizados na proteção lateral de automóveis.

Os fabricantes de automóveis aumentam a resistência das portas dos passageiros dos automóveis utilizando barras de proteção laterais para reduzir ferimentos e até mesmo mortes que possam ocorrer em batidas laterais. A principal função destas barras é absorver o máximo de energia por deformação plástica de forma que esta não seja transmitida aos ocupantes do veículo. Nestes componentes podem ser utilizados perfis formados ou tubos, cuja maior vantagem é conseguir absorver mais energia, não importando a direção de carregamento (Tabela 1).

No caso da aplicação uma característica importante é que o material apresente alta resistência mecânica e também boa capacidade de deformação plástica, característica que pode ser obtida com o aço temperado e revenido. Nestes casos, os componentes são testados em ensaios de dobramento estáticos e dinâmicos, conforme ilustrado na Figura 11. Mais recentemente têm sido utilizados aços com teores limitados em carbono e maiores quantidades de elementos substitucionais (por exemplo: Mn, Si, Cr, etc.), e eventualmente elementos microligantes (Nb, V, B)<sup>(14,15)</sup> Este projeto visa ajustar melhor as características destes aços em face da aplicação final, cuja seleção é feita exatamente com base nos resultados de testes, como o ilustrado pela Figura 11.



**Figura 11** – Ensaio tecnológico utilizado para caracterizar tubos para aplicação em proteção lateral de portas automobilísticas e um dos resultados obtidos.<sup>(14)</sup>

#### 4 ESTATÍSTICAS DE PRODUÇÃO

O mercado de tubos, por conta de um crescimento dos projetos oriundos do setor petrolífero e automobilístico, tem destinado nestes últimos anos, boa parte dos seus produtos a estes setores. Daí, a necessidade do setor de tubos, cada vez mais, buscar atender o mercado com qualidade e eficiência de prazo. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Tubo e Acessórios de Metal (ABITAM) indicam o cenário descrito na Tabela 2 para a produção nacional nos últimos dois anos.

Tabela 2– Dados de produção de tubos no Brasil nos últimos dois anos<sup>(16)</sup>

Anos	Mercado Nacional(*)	Produção de tubos(**)			Capacidade instalada total
		Pequeno Diâmetro(***)	Grande Diâmetro(***)	Sem costura	
2008	2250 (55%)	1230 (55%)	490 (22%)	533 (24%)	4100
2009	1420 (32%)	842 (59%)	212 (15%)	364 (26%)	4400

(\*) – Percentual em relação à capacidade instalada total. (\*\*) – Percentual em relação ao mercado nacional. (\*\*\*) – Tubos com costura. Números em mil toneladas.

O ano de 2009, que foi um ano de crise, utilizou-se aproximadamente um terço da capacidade instalada total (32%), contrastando com um pouco mais da metade (55%) utilizada no ano anterior. O perfil de produção é baseado nos tubos soldados de pequeno diâmetro, que respondem por mais da metade da produção nacional. A capacidade instalada, como um todo, é de mais de 4 milhões de toneladas por ano. Vale ressaltar que o setor cresceu muito nos últimos dez anos. Para se ter uma idéia deste desenvolvimento, há 25 anos não se tinha mais que 20 fabricantes e, hoje, este número é superior a 65 empresas.<sup>(17)</sup>

Este crescimento, de aproximadamente 230% das empresas fabricantes de tubos, exigiu um aumento no número de empresas que trabalham com estes tubos, e que necessitam utilizar de processos de soldagem, conformação mecânica, tratamentos térmicos localizados e técnicas de inspeção. Por se tratarem de trabalhos “in-loco”, a automatização nestes processos, em sua grande maioria, torna-se inviável, devido à dificuldade de acesso. Estas empresas, de projeto, engenharia e montagem, necessitam de mão de obra especializada, o que tem sido um fator de dificuldade para realização dos trabalhos, como os ilustrados na Figura 12.



(a) - Inspeção de um ramal de gás



(b) - Estação de tratamento de água

Figura 12 – Ilustrações de diversas aplicações para tubos: (a) análise de um ramal da rede Sudeste (entre Rio de Janeiro e Santos) e (b) instalações da estação de tratamento de água do município de Itanhaém.

Cerca de 65% de todos os serviços realizados pela empresa Inspebras,<sup>(18)</sup> que trabalha com montagens industriais, são realizados com tubos. Esta informação é

importante e significativa, pois desses referidos trabalhos mais de 80% foram realizados com tubos de pequeno diâmetro em aço carbono (ASTM A106 GrB) ou aço Inoxidável (ASTM A312 TP304L e ASTM A312 TP317-L) destinados a ampliação, manutenção ou substituição de linhas de tubos de pequeno diâmetro (entre 1/2" e 10"). É notável e crescente a demanda de trabalhos com tubos no Brasil. Um mercado em rápida expansão é o de tubos para Petróleo e Gás <sup>(18)</sup>. Neste caso, a Tabela III ilustra a distribuição de consumo médio de tubos de pequenos diâmetros empregados na extração destes produtos, normatizados pela norma da *American Petroleum Institute* (reconhecido pela sigla API).<sup>(9)</sup> Considerando que um poço de petróleo da região do pré-sal terá cerca de 6 quilômetros de profundidade,<sup>(19)</sup> isto equivale a dizer que mais de 500 t de tubos serão utilizados por poço. Esta estimativa foi feita considerando-se:

- que existem tubos de revestimento e condução no mesmo poço; e
- uma massa linear média de 50kg/m, conforme Tabela 3.

**Tabela 3**– Distribuições de consumo de tubos para extração de petróleo e gás <sup>(20)</sup>

Tubos API 5CT <sup>(9)</sup> .	Diâmetros (mm)	Massa linear (kg/m)	Participação
	> 400	> 100	50%
	200 a 400	50 a 100	25%
	< 200	< 50	25%

## 5 CONCLUSÕES: UM OLHAR SOBRE O SETOR

No Brasil, temos basicamente dois tipos principais de produtos tubulares que criam um agrupamento da indústria ao redor destes produtos: os tubos especiais e os tubos de maior produção e mercado. As indústrias tendem a se subdividir nestes dois grupos, de forma mais ou menos clara.

As empresas realizam investimentos em processos especiais, em instalações de caracterização de seus produtos e também na gestão do processo de produção e estratégias comercial-logísticas mais sofisticadas. Cada vez mais produtores estão entrando no mercado de tubos especiais buscando parcerias para o desenvolvimento e também adequando suas instalações industriais. Tem ocorrido importação de equipamentos novos e mais sofisticados, comprados de países como a Alemanha, Suíça, Itália e Estados Unidos.

Um dos maiores desafios das empresas hoje não é financeiro ou tecnológico: o principal obstáculo enfrentado pelas empresas está localizado no fator humano e diz respeito à formação do profissional. A mobilização de mão de obra especializada depende de um processo relativamente lento e contínuo de formação técnica e com a expansão econômica recente, o Brasil tem apresentado uma franca carência de profissionais que tenham formação e que possam atuar em diversas áreas técnicas, inclusive com produtos tubulares. Empresas e distribuidores de tubos, dentro das suas reais necessidades, buscam investir boa parte dos seus recursos em tecnologias do processo de fabricação e capacitação dos seus profissionais.

Em razão da demanda do setor nestes últimos anos, as principais tecnologias desenvolvidas têm focado a melhoria da automatização e o controle dos processos, visando um aumento na produtividade e homogeneidade e evolução da qualidade dos tubos. Neste sentido, células de carga, câmeras de vídeo, dispositivos para o manuseio, embalagem e especialmente inspeção automáticas foram as principais inovações nesta área. Destaque especial para os equipamentos de soldagem, hoje



mais eficientes, potentes e produtivos, permitindo maior flexibilidade para as indústrias que investem nestas atualizações e abrindo campo para novos mercados. Também é importante destacar a tendência dos produtores de tubos no sentido de agregar cada vez mais valor aos seus produtos, principalmente na preparação de peças *blanqueadas* mais otimizadas para os usuários, especialmente do setor automobilístico. Para se diferenciar no mercado, as empresas têm apostado no trabalho focado na evolução permanente da qualidade de seus produtos, na ampliação do mix com serviços agregados e na eficácia do atendimento. Outro diferencial que tem agregado valor é a geração de tecnologia própria para a fabricação de equipamentos de produção de tubos: as empresas que estão atuando nesta linha passam a apresentar maior competitividade e também proporciona a permanente atualização de suas linhas. Finalmente tornam-se mais comuns que equipes de engenharia juntamente com equipes de assistência técnica, atuem para garantir a perfeita aplicabilidade dos diferentes produtos tubulares.

## REFERÊNCIAS

- 1 ABGNC – Associação Brasileira dos Distribuidores de Gás Natural Comprimido. **Mapa de Gasoduto no Brasil**. Disponível em: [http://www.gasbrasil.com.br/gasnatural/mapa\\_gasoduto.asp](http://www.gasbrasil.com.br/gasnatural/mapa_gasoduto.asp) <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 2 POWER – Petróleo, **Eletricidade e Energias Alternativas: Centro controla em tempo real dutos da Petrobras**. Disponível em: <http://www.power.inf.br/pt/?p=5112> <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 3 PORTALCT – **Petrobrás inaugura Gasoduto da Integração Sudeste-Nordeste**. Disponível em: <http://www.portalct.com.br/n/39ee927483f0f117c4d9d89dfb6446f0/petrobras-inaugura-gasoduto-da-integracao-sudeste/> <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 4 Tubos estruturais: construindo o futuro. In: **Construção Metálica**, n.93, p.8-19. 2009.
- 5 COMERCIAL GERDAU. **Catálogo de produtos**. Disponível em: [www.comercialgerdau.com.br/produtos/download.asp](http://www.comercialgerdau.com.br/produtos/download.asp) <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 6 BROWN, G. C.; MUSSETT, A. E. **The Inaccessible Earth**. Manchester (UK): Taylor & Francis, 2nd edition, 1981. p.160. In: WIKIPEDIA. **Earth**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Earth> <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 7 YOSHIKI-GRAVELSINS, K.S.; TOGURI, J.M.; CHOO, R.T.C.; Metals Production, Energy, and the Environment, Part I: Energy Consumption. In: **Journal of Materials (JOM)**, May, 1993.
- 8 ASHBY, M.F.; **Materials Selection in Mechanical Design**. Oxford: Butterworth Heinemann, 2<sup>nd</sup> edition, 1999.
- 9 API. 5CT. **Specification for casing and tubing (US CUSTOMARY UNITS)**. Edição 2005.
- 10 KYRIAKIDES, S.; CORONA, E. Pipe and Tube Manufacturing Process. In: \_\_\_\_\_ . **Mechanics of Offshore Pipelines**. Slovenia: Elsevier, 2007. Cap. 3, p.59-88.
- 11 TRINDADE, V.B.; ALENCAR, P.F; PARANHOS, R.; DINIZ, R. **Produção de tubos de aço de grandes diâmetros soldados pelo processo arco submerso helicoidal (espiral)**. In: ABM. CONGRESSO ANUAL DA ABM, 61, Rio de Janeiro. Anais. São Paulo. 2006. 1 CD.
- 12 MORAIS, W.A.; MAGNABOSCO, A.S.; MENZES NETTO, E.B.; Aços para tubos API. In: \_\_\_\_\_ . **Metalurgia Física e Mecânica Aplicada**. São Paulo: ABM, 2<sup>a</sup> edição, 2009. Mód. 8, cap. 4, p.807-820.



- 13 MORAIS, W.A.; BORGES, H.C.; DeMARIA, C.A.S.; CAMPOS Jr., M.D.; **Análise da variação das propriedades mecânicas durante a conformação de tubos de pequenos diâmetros visando desempenho de projeto.** In: ABM. CONGRESSO ANUAL DA ABM, 61, Rio de Janeiro. Anais. São Paulo. 2006. 1 CD.
- 14 TANABE, H.; YAMAZAKI, K.; AKADA, H.; MIYASAKA, A.; IWASAKI, T. High-strength steel tubes for automobile door impact beams. In: **Nippon Steel Technical Report**, n.64, p.55-61, Jan. 1995.
- 15 HIGH strength ERW tubes for automobiles door impact beams. In: **NKK Technical Review**, n.65, p.68-69, 1992.
- 16 Apresentação - **MERCADO BRASILEIRO DE AÇO.** Disponíveis a sócios em: [http://www.abitam.com.br/view\\_site/restrito.asp](http://www.abitam.com.br/view_site/restrito.asp) <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 17 FRANCIS, C. Desafios do setor de tubos: O olhar do setor. **Tubo & Cia**, v. 25, p. 16-25, 2009.
- 18 SANTOS OFF-SHORE Oil & Gas Expo.: Inspebras acredita no crescimento do setor de petróleo e gás <http://www.santosoffshore.com.br/detalhes-noticia.aspx?id=331> <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 19 VEJA.com. **Pré-sal: Reportagens, artigos e infográficos explicam a exploração de petróleo e gás em águas profundas brasileiras.** Disponível em: [http://veja.abril.com.br/030908/popup\\_brasil01.html](http://veja.abril.com.br/030908/popup_brasil01.html) <Acesso em 13 de Abril de 2010>.
- 20 MORAIS, W. A.. Tubos para a indústria de exploração do petróleo e gás - características e particularidades de produção. In: **Tubo & Cia**, v. 2, p. 8-18, 2005.