

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

GESTÃO TECNOLÓGICA DO MONITORAMENTO DA CORROSÃO INTERNA DE DUTOS

Ana Paula Erthal Moreira^a, Simone Louise D. C. Brasil^b, Estevão Freire^c

Abstract

The internal monitoring of pipelines has great importance on the guarantee of oil and gas transport systems integrity. The most used monitoring and inspection techniques of pipelines are: weight loss coupons, electrical resistance probes, non-intrusive techniques, residues and fluid analysis, instrumented pigs and guided waves the latter when it is not possible to use the pig. This thesis has the aim at introducing a prospective study of internal corrosion monitoring within earthy pipelines. In order to that, searches were made on patents data base USPTO, INPI and ESPACENET using key-words previously chosen. By the analysis of published patents and applied ones it could be identified the main owners of technologies in the area of internal corrosion monitoring/inspection as well as the main segment technological trends. The results observed show a low frequency of patents in this area within national level, compared to the United States and European countries. Brazil has an average number of patents 92.9% lower than United States.

Keywords: corrosion, monitoring, inspection, pipeline.

Resumo

O monitoramento da corrosão interna de dutos tem grande importância na garantia da integridade dos dutos de transporte. Dentre as técnicas de monitoramento e inspeção de dutos, as mais usuais são: cupons de perda de massa, sondas de resistência elétrica, técnicas não intrusivas, análises de fluidos e resíduos, pigs instrumentados e ondas guiadas, onde não se têm condições de passar o pig. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo prospectivo do monitoramento da corrosão interna em dutos. Para isso foram realizadas buscas em bancos de dados de patentes USPTO, INPI e ESPACENET utilizando palavras chaves previamente escolhidas. Por meio da documentação patentária foram identificados os principais detentores de tecnologias na área de monitoração/inspeção da corrosão interna, as principais tendências tecnológicas do setor e a situação brasileira em relação a esta tendência. Os resultados mostraram uma baixa incidência de documentação patentária nesta área a nível nacional, em relação ao observado nos Estados Unidos e em países da Europa. O Brasil apresenta em média um número de patentes 92,9% menor que os Estados Unidos.

Palavras-chave: corrosão, monitoração, inspeção, duto.

^a Engenheira Química – Vector Laboratório de análise de água e corrosão.

^b D.Sc., Engenheiro Química - UFRJ

^c D.Dc., Engenheiro Químico - UFRJ

Introdução

O crescimento da produção de petróleo, derivados e gás natural acarretou no aumento de escoamento da produção e de distribuição de combustíveis, logo um aumento significativo da quantidade de dutos de Transporte. Hoje estão em construção ou em planejamento mais de 160 mil km de gasodutos, oleodutos e polidutos em todo o mundo. O Anuário Estatístico 2006 da ANP divulgou que a malha de dutos no Brasil alcançava 15 mil km.

Os elevados custos associados a processos corrosivos nesses dutos justificam o esforço empenhado em se buscar métodos cada vez mais eficazes de controle deste processo de deterioração, por isso, a importância em se monitorar e identificar os processos corrosivos com as técnicas disponíveis no mercado.

A corrosão externa de um duto está relacionada ao meio ambiente como, por exemplo, água do mar ou solo. A corrosão interna, por sua vez, se relaciona com o produto transportado (petróleo, óleo combustível, gasolina, diesel, álcool, GLP, querosene, nafta e água de formação, gás natural e outros).

Várias técnicas são aplicadas para monitoramento da corrosão interna de dutos. Visando avaliar os principais detentores das técnicas, as tendências tecnológicas do setor e a situação brasileira em relação ao desenvolvimento destes métodos de monitoramento, foi feito um estudo de prospecção tecnológica através de buscas em bancos de dados de patentes dos Estados Unidos (USPTO), Brasil (INPI) e Europa (ESPACENET), sendo possível avaliar a situação brasileira nesse segmento. Esse tipo de estudo pode ser uma valiosa ferramenta para fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversas áreas do conhecimento.

Metodologia

Foi realizada uma busca de documentos de patentes em três bases de dados simultaneamente: Espacenet (*European Patent Office*), USPTO (*United States Patent and Trademark Office*) e INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial).

As buscas realizadas foram atualizadas ao longo do mês de dezembro de 2011, utilizando o método de palavras-chave (Tabela 1). Para que boa parte dos resultados não relevantes fosse descartada, a pesquisa contou apenas com termos característicos referentes ao setor que estivessem contidos no título ou no resumo do documento da patente. A fim de obter resultados comparativos, os mesmos termos foram lançados na busca em cada uma das bases de patentes.

As técnicas mais usuais, aplicadas na avaliação da corrosão interna em estudo são:

- Cupons de perda de massa em provadores de corrosão;
- Sondas corrosimétricas de resistência elétrica em provadores de corrosão;
- Técnicas de monitoração não intrusiva;
- Amostragens de resíduos e fluidos (a fase aquosa livre) após passagem de pig de limpeza /arraste;
- Pigs (Pipeline Inspection Gadget) Ferramenta introduzida na tubulação, deslocada pela vazão do fluido conduzido e capaz de coletar dados referentes a perda de material na parede do duto - MFL (Magnetic Flux Leakage), UT (Ultrasson), palito, e ressonância acústica);
- Ondas Guiadas;
- Tomografia Magnética;

- Video Laser;
- Sensor ultrassônico.

Tabela 1: Palavras-chave utilizadas nas pesquisas realizadas no banco de dados Espacenet, USPTO e INPI.

Palavras-chave	Palavras-chave
corrosion and pipe* (abstract)	coupon and corrosion (abstract)
monitoring and corrosion (abstract)	coupon and corrosion and pipe* (abstract)
corrosion and pipeline* (abstract)	coupon and corrosion (title)
monitoring and corrosion and method (abstract)	coupon and corrosion and pipe* (title)
monitoring and corrosion and method and pipeline* (abstract)	coupon (title) + corrosion (abstract)
monitoring and corrosion and method and pipe* (abstract)	coupon (title) + corrosion and pipe* (abstract)
monitoring and internal and corrosion (abstract)	probes and corrosion (abstract)
monitoring and corrosion and technique (abstract)	probes and corrosion and pipe* (abstract)
corrosion and pipe* (title)	probes and corrosion (title)
monitoring and corrosion (title)	probes and corrosion and pipe* (title)
corrosion and pipeline* (title)	probes (title) + corrosion (abstract)
monitoring and corrosion and method (title)	probes (title) + corrosion and pipe* (abstract)
monitoring and corrosion and method and pipeline* (title)	pig and corrosion (abstract)
monitoring and corrosion and method and pipe* (title)	pig and corrosion and pipe* (abstract)
monitoring and internal and corrosion (title)	pig and corrosion (title)
monitoring and corrosion and technique (title)	pig and corrosion and pipe* (title)
(monitoring or inspection) and method and corrosion and pipe* (abstract)	pig (title) and corrosion (abstract)
(monitoring or inspection) and corrosion and pipe* (abstract)	pig (title) and corrosion and pipe* (abstract)
(monitoring or inspection) and corrosion and pipe* (title)	electrical and resistance and corrosion (abstract)
(monitoring or inspection) and method and corrosion (title)	electrical and resistance and corrosion and pipe* (abstract)
guided and waves and corrosion and pipe* (title)	electrical and resistance and corrosion (title)

guided and waves (title) and corrosion (abstract)	electrical and resistance and corrosion and pipe* (title)
guided and waves (title) and corrosion and pipe* (abstract)	electrical and resistance (title) and corrosion (abstract)
ultrasonic and sensor and corrosion (abstract)	electrical and resistance (title) and corrosion and pipe* (abstract)
ultrasonic and sensor and corrosion and pipe* (abstract)	guided and waves and corrosion (abstract)
ultrasonic and sensor and corrosion (title)	guided and waves and corrosion and pipe* (abstract)
ultrasonic and sensor and corrosion and pipe* (title)	guided and waves and corrosion (title)
ultrasonic and sensor (title) and corrosion (abstract)	ultrasonic and sensor (title) and corrosion and pipe* (abstract)

Para a base de dados do INPI, em todo o trabalho, a seguinte tradução das palavras-chave foi utilizada:

Corrosion-Corrosão; Monitoring-Monitoração; Method-método; Cupon-cupom; Probe-sonda; Inspection-inspeção; Pipe-duto; Internal-interna; Guided wave- ondas guiadas; Ultrasonic- ultrasson; Sensor- sensor; Electrical- elétrica; Resistance- resistência.

O trabalho consistiu em verificar cada um dos resultados e tabelar os mesmos conforme fossem considerados significativos. A tabela organizada informa: o número do documento da patente, o ano de publicação, o depositante, o título e a empresa/instituição/pessoa a quem a patente é designada. Todas as patentes consideradas nesta etapa já foram concedidas aos seus respectivos requerentes e, portanto, estão excluídas as patentes ainda em processo de análise. Por último, foi feito um levantamento de pedidos de patentes nos últimos 10 anos.

Algumas particularidades sobre as três bases de dados utilizadas são destacadas a seguir. O USPTO é uma agência federal dos Estados Unidos e apesar de apresentar alguns resultados internacionais, a grande maioria dos documentos de patentes é do próprio país. O site de busca permite a utilização de palavras-chaves que estejam somente no título e/ ou somente no resumo da patente. Também é possível obter o documento completo da patente (Figura 1).

Figura 1: Mecanismo de busca no banco de dados USPTO

O INPI é um instituto nacional e, portanto, possui resultados relativos ao Brasil principalmente. A opção de buscas avançadas no próprio site permite a utilização de palavras que estejam somente no título e/ou no resumo. Todos os documentos de patentes publicados a partir de 1º de agosto de 2006 estão disponíveis para consulta em sua forma integral (Figura 2).

INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Consulta à Base de Patentes

[Pesquisa Base Marcas | Pesquisa Base Desenhos | Ajuda?]

> Consultar por: **Base Patentes** | Pesquisa Básica | Finalizar Sessão

Forneça abaixo as chaves de pesquisa desejadas. Evite o uso de frases ou palavras genéricas.

PESQUISA AVANÇADA

(21) Nº do Pedido : Ex: PI0101161-8; NU6900960-0; MI5500233-1; C10201935-3.

(22) Data Depósito : a dd/mm/aaaa" Ex: 10/10/2001.

(31) Nº da Prioridade : Ex: 392.176

(32) Data da Prioridade : a dd/mm/aaaa" Ex: 10/10/2001

(33) País da Prioridade: < Clique e escolha >

(51) Classificação : Ex: G06F 13/00.

(54) Título : Ex: resfriamento and (líquido or água)
and not cruzado.

(57) Resumo : Ex: milho and herbicida and plantas
and not glifosato; camo prox(8) porta.

(86) Número do Depósito Pct: Ex: US9308239.

Figura 2: Mecanismo de busca no banco de dados INPI

O Espacenet é uma base mais generalizada e por isso costuma ser a mais utilizada em projetos de pesquisa com perfil semelhante a este. Este trabalho conta com uma coletânea de documentos de patentes referentes a mais de 80 países. Algumas precauções devem ser tomadas a partir desses dados, conforme decrito a seguir.

A primeira se refere ao número de resultados por busca. Quando uma busca excede um valor de 20 a 30 documentos de patentes, o site apenas nos mostra uma aproximação para o número total de resultados. Essa aproximação se torna mais grosseira à medida que o número deles aumenta. Assim, a única maneira de se verificar o número real é examinando cada caso. A segunda dificuldade é quanto ao número máximo de resultados exibidos por busca. O site apenas permite que as primeiras 500 documentos de patentes sejam exibidos e, portanto, para qualquer valor excedente a este é necessário um refinamento da busca.

A terceira característica importante é relativa ao tipo de busca conduzida. Não é possível realizar uma busca que esteja somente no título ou somente no resumo. Têm-se duas opções: documentos de patentes que tenham as palavras somente no título e documentos de patentes que tenham as palavras no resumo ou no título. Ou seja, enquanto as outras duas bases permitem buscas mais exclusivas, o Espacenet favorece o aparecimento de repetições em buscas diferentes.

Essa análise é importante a fim de comparação dos resultados obtidos para uma mesma busca de palavras-chave em cada uma delas.

Figura 3: Mecanismo de busca no banco de dados Espacenet

Resultados e discussão

As Tabelas 2 e 3 se referem a resultados obtidos para as diferentes bases consultadas com termos gerais e técnicas específicas respectivamente.

Tabela 2: Resultados obtidos para as diferentes bases consultadas com termos gerais.

Palavras-chave	Espacenet	USPTO	INPI
corrosion and pipe* (abstract)	19132	516	5
monitoring and corrosion (abstract)	1483	197	5
corrosion and pipeline* (abstract)	1270	56	9
monitoring and corrosion and method (abstract)	640	60	2
monitoring and corrosion and method and pipeline* (abstract)	10	2	0
monitoring and corrosion and method and pipe* (abstract)	111	5	0
monitoring and internal and corrosion (abstract)	57	8	0
monitoring and corrosion and technique (abstract)	23	2	0
corrosion and pipe* (title)	2406	72	7
monitoring and corrosion (title)	524	80	6
corrosion and pipeline* (title)	317	24	0

monitoring and corrosion and method (title)	208	30	3
monitoring and corrosion and method and pipeline* (title)	2	0	1
monitoring and corrosion and method and pipe* (title)	9	0	0
monitoring and internal and corrosion (title)	3	0	1
monitoring and corrosion and technique (title)	0	0	0
(monitoring or inspection) and method and corrosion and pipe* (abstract)	231	10	1
(monitoring or inspection) and corrosion and pipe* (abstract)	567	32	3
(monitoring or inspection) and corrosion and pipe* (title)	33	0	0
(monitoring or inspection) and method and corrosion (title)	239	32	1

Tabela 3: Resultados obtidos para diferentes bases consultadas com técnicas específicas.

Palavras-chave	Espacenet	USPTO	INPI
coupon and corrosion (abstract)	56	27	0
coupon and corrosion and pipe* (abstract)	19	7	0
coupon and corrosion (title)	11	6	0
coupon and corrosion and pipe* (title)	0	0	0
coupon (title) + corrosion (abstract)	16	10	0
coupon (title) + corrosion and pipe* (abstract)	8	5	0
probes and corrosion (abstract)	130	27	2
probes and corrosion and pipe* (abstract)	32	3	0
probes and corrosion (title)	6	4	1
probes and corrosion and pipe* (title)	0	0	0
probes (title) + corrosion (abstract)	10	5	1
probes (title) + corrosion and pipe* (abstract)	1	0	0

pig and corrosion (abstract)	136	9	1
pig and corrosion and pipe* (abstract)	45	4	0
pig and corrosion (title)	6	0	1
pig and corrosion and pipe* (title)	3	0	1
pig (title) and corrosion (abstract)	30	2	1
pig (title) and corrosion and pipe* (abstract)	10	0	0
electrical and resistance and corrosion (abstract)	2246	250	31
electrical and resistance and corrosion and pipe* (abstract)	125	9	1
electrical and resistance and corrosion (title)	52	9	1
electrical and resistance and corrosion and pipe* (title)	0	0	0
electrical and resistance (title) and corrosion (abstract)	79	13	2
electrical and resistance (title) and corrosion and pipe* (abstract)	6	2	0
guided and waves and corrosion (abstract)	12	7	0
guided and waves and corrosion and pipe* (abstract)	5	3	0
guided and waves and corrosion (title)	4	4	0
guided and waves and corrosion and pipe* (title)	1	0	0
guided and waves (title) and corrosion (abstract)	5	4	0
guided and waves (title) and corrosion and pipe* (abstract)	1	0	0
ultrasonic and sensor and corrosion (abstract)	63	3	0
ultrasonic and sensor and corrosion and pipe* (abstract)	21	0	0
ultrasonic and sensor and corrosion (title)	0	0	0
ultrasonic and sensor and corrosion and pipe* (title)	0	0	0
ultrasonic and sensor (title) and corrosion (abstract)	7	0	0

ultrasonic and sensor (title) and corrosion and pipe* (abstract)	4	0	0
---------------------------------------------------------------------	---	---	---

Uma comparação pode ser realizada verificando o número de resultados obtidos em cada base de dados para uma mesma palavra-chave inserida (Tabelas 2 e 3). Foi observado que o número de documentos de patentes encontrado no *Espacenet* é significativamente superior. A justificativa para tal reside no fato de que a base refere-se a uma coleção completa de documentos de patentes em mais de 80 países, enquanto o USPTO e o INPI apresentam resultados de ordem nacional, americana e brasileira, respectivamente.

As tabelas acima chamam atenção para o fato de que para cada palavra-chave utilizada obtém-se o maior número de resultados quando estas se encontram no resumo da documentação patentária. Isso foi verificado para as três bases de dados e pode ser um reflexo direto da tentativa de serem feitos documentos de patentes com um escopo sempre maior de propriedade e o resumo possui essa capacidade melhor que o título. Foi observado, a partir desta análise, que a maioria dos documentos das patentes referem-se a processos corrosivos e métodos variados, não representando especificamente as técnicas de monitoração de corrosão contempladas neste trabalho.

Em relação à Tabela 2, que especifica as técnicas abordadas, foi verificado um número muito reduzido de documentação patentária. Um grande desafio enfrentado nesta abordagem é o fato de os depositantes não utilizarem os termos técnicos da nomenclatura encontrada na literatura e no mercado.

Vale ressaltar a grande diferença entre os resultados quando se faz a comparação entre USPTO e INPI. O Brasil apresenta, em média, quando observa-se os resultados da Tabela 1, um número de documentação patentária 96,1% menor que os Estados Unidos. Na Tabela 2, este valor cai para 89,7%. Este fator já indica algumas características do cenário brasileiro frente as técnicas de monitoração/inspeção de corrosão interna.

A comparação entre os números de resultados permite verificar quais os termos-chave para o prosseguimento da pesquisa. Não foram encontrados muitos documentos de patentes utilizando o termo "*inspection*" e sim o mais frequente que é "*monitoring*". Outra especificação pouco comum é a palavra "*technique*", sendo "*method*" o mais empregado nas patentes.

Análise Macro

Uma das características mais importantes no diagnóstico de prospecção tecnológica é o comportamento do setor ao longo dos anos. O monitoramento histórico permite inferir um padrão de desempenho e determinar se o futuro tende a reproduzir os fenômenos já ocorridos. A evolução temporal registrada a partir das 640 patentes pelo *Espacenet* é mostrada na Figura 4.

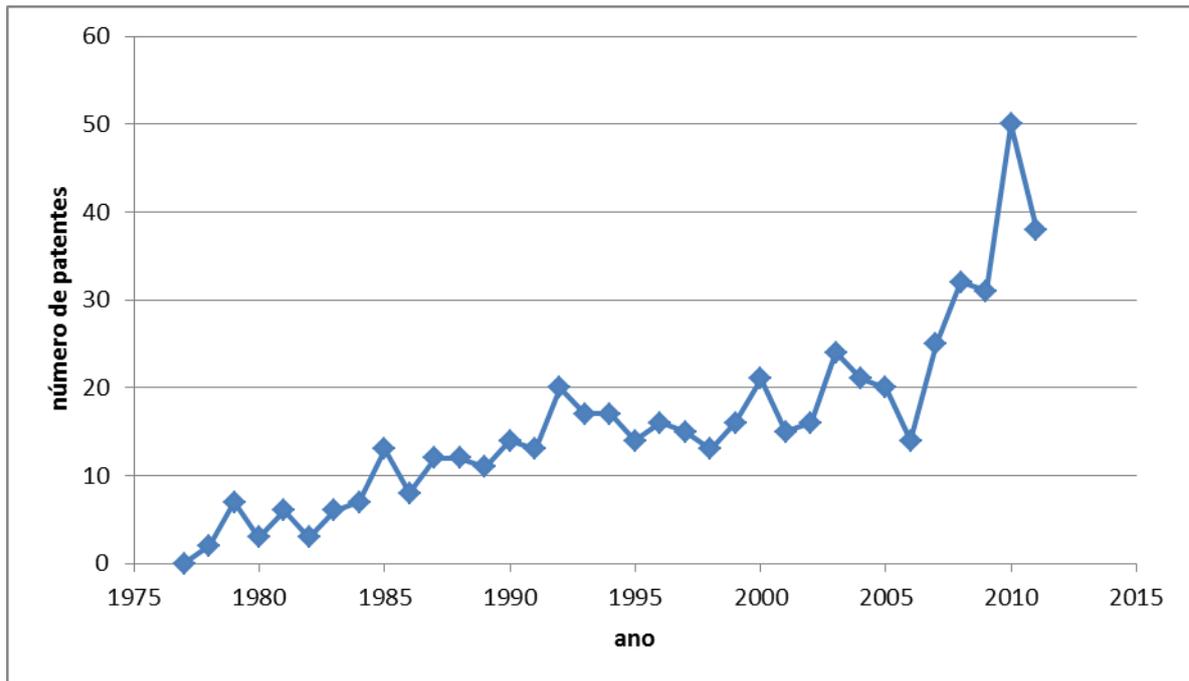


Figura 4: Comportamento temporal macro setorial dos documentos de patentes obtidas na busca no site Espacenet.

Claramente observa-se um crescimento nas últimas três décadas do número de documentos de patentes relacionados aos métodos de monitoração de corrosão. O período de 1980 a 1990 apresentou uma média de 8,64 patentes por ano, enquanto de 1990 a 2000 essa média sobe para 16 e de 2000 a 2010, atinge valor de 24,45 patentes/ano. Observa-se na segunda década um aumento de 85,2% em relação à primeira. Já no período de 2000 a 2010 um aumento de 52,8% em relação ao anterior. Não houve resultados significativos para intervalos anteriores a 1975.

O crescimento observado refere-se aos métodos de monitoração de corrosão em todos os seguimentos relacionados e não especificamente aos casos dos dutos. É um reflexo natural do desenvolvimento de novos materiais, equipamentos, etc, que empregam ligas metálicas e que estão cada vez mais frequentes no dia-a-dia da população bem como da indústria.

Esse crescimento, embora muito forte na primeira década, sofreu uma pequena redução posteriormente. Este fato é característico de uma tecnologia em fase inicial de exploração.

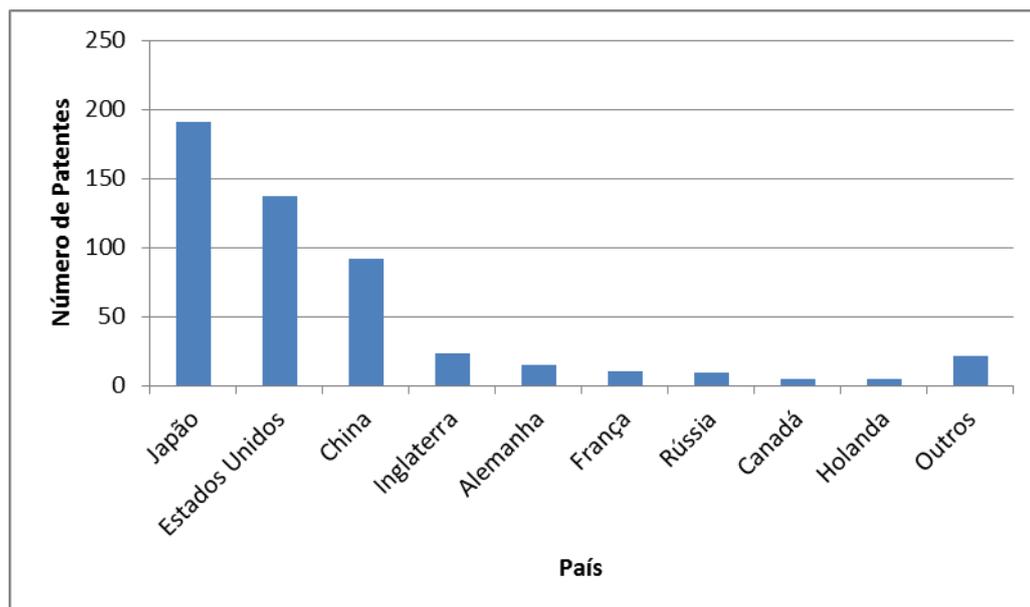


Figura 5: Distribuição de documentação patentária por país - análise macro setorial no Espacenet.

A Figura 5 mostra a distribuição da documentação patentária por país depositante. Observou-se que o Japão possui a maioria delas, seguido pelos Estados Unidos e China. Esse fato permite concluir que estes países são os que mais investem em pesquisa e desenvolvimento de técnicas de monitoração e inspeção de corrosão. No gráfico entraram os nove principais países detentores desta documentação patentária. O Brasil apresentou um único pedido de patente, o que significa que não configuramos entre potências do setor.

Os resultados obtidos a partir da base INPI para o caso específico do Brasil utilizando a busca mais geral possível (“monitoração e corrosão e método no resumo) corrobora o baixo grau de desenvolvimento tecnológico no setor de monitoração da corrosão.

Análise Meso

Com o objetivo de se obter uma visão mais específica sobre quanto tem sido posto em prática com relação a este avanço na área de monitoração da corrosão, foram selecionadas as documentações patentárias que apresentavam o termo “monitoring and corrosion and method” em seus títulos na base Espacenet totalizando 208.

Para a base USPTO foram tabelados documentos de patentes com o mesmo termo no título, em um total de 30. Utilizou-se este procedimento com o objetivo de conseguir uma melhor descrição do quadro americano. O mesmo foi feito em relação ao INPI, totalizando 3 documentos de patentes.

Iniciamos através da comparação entre a evolução temporal destas documentações patentárias e a obtida na análise macro. Para isso, foram plotados os gráficos do número de documentos de patentes por ano de publicação exclusivo para cada base consultada (Figuras 6 e 7).

O estudo separado de cada base de dados foi sugerido porque, como já foi dito, enquanto o USPTO e o INPI representam seus próprios países, o Espacenet destaca o trabalho de diversos e não só os europeus. Com isso, quase todos os resultados do USPTO estão incorporados aos do Espacenet. Portanto, uma discussão dos resultados de cada um deles e em seguida do conjunto como um todo trará a melhor visão da situação em foco na pesquisa.

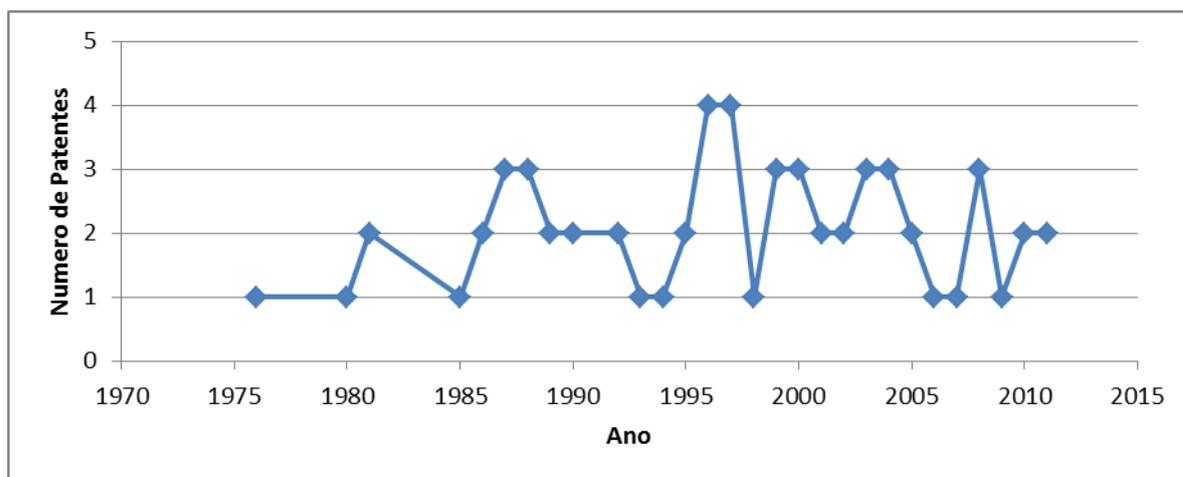


Figura 6. Comportamento temporal (USPTO).

O que se pode observar pela Figura 6 é que a quantidade de documentos de patentes depositadas por ano não segue nenhum padrão fixo, apresentando casos pontuais de picos de produção industrial e inventiva. Pela análise do mesmo tipo de gráfico aplicado aos resultados no Espacenet, observa-se que o comportamento é confirmado, embora com algumas ressalvas.

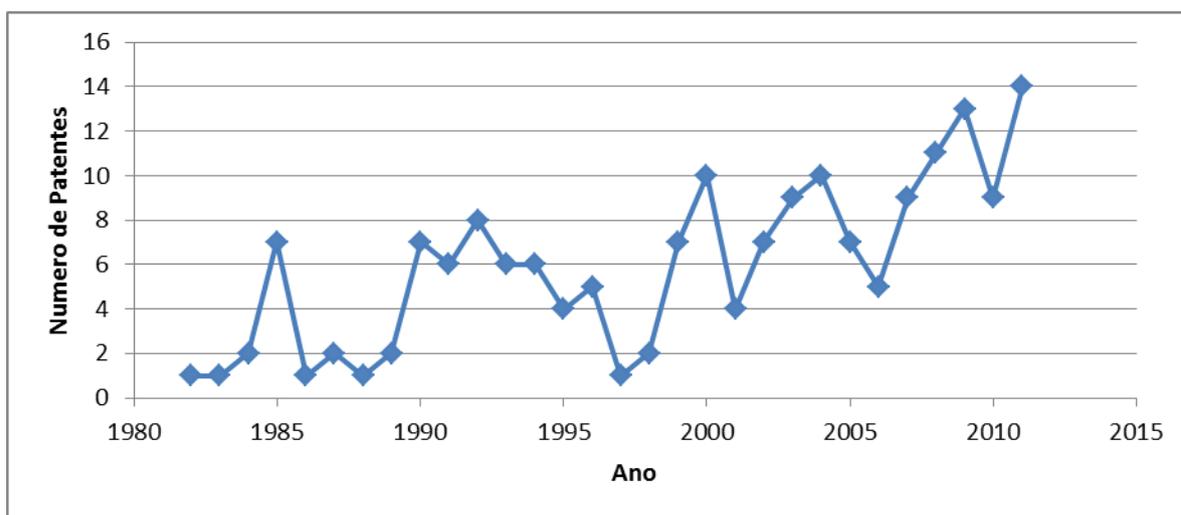


Figura 7. Comportamento temporal (Espacenet).

Pode-se concluir que o setor é bastante instável nesse sentido, deixando claro o quanto está em desenvolvimento. Enquanto estudos recentes e a análise macro mostram que o avanço em pesquisas sobre monitoração da corrosão apresenta um crescimento contínuo desde a década de 70, a aplicação prática e industrial dos mesmos se mostra um tanto imatura.

No entanto, há uma diferença nos gráficos obtidos para o USPTO e o Espacenet. Enquanto na base americana observa-se além de aleatoriedade um quadro mais estagnado, na base europeia tem-se algum grau de crescimento observável. A média de documentos de patentes por ano na primeira década foi de 2,7. Na segunda (1990-2000) foi de 5,6 e na última década (2000-2010) foi equivalente a 8,5 documentos de patentes/ano. Aumentos respectivos de 107% e 51,8% entre um período e outro, repetindo o movimento observado na análise macro e em proporções semelhantes.

A partir de 1975, houve um crescimento no setor de pesquisas direcionadas à tecnologia do petróleo. As crises econômicas enfrentadas nas décadas de 70 e 80 contribuíram para a valorização dos produtos e despertaram os interesses no sentido de: desenvolvimento de rotas alternativas que substituíssem o petróleo como matéria-prima e da otimização de processos voltados para a redução de custos de operação.

Tanto a perspectiva ambiental quanto a econômica justificam a corrida pela obtenção de métodos de monitoramento de corrosão mais eficientes. Vale ressaltar também, que os próprios métodos de exploração, extração e processamento do petróleo passaram por profundas modificações e inovações tecnológicas. Com isso, as pesquisas relativas à corrosão se intensificam e isto é refletido no número de documentação de patentes.

A distribuição dos países verificada está representada na Figura 8, onde se observa características semelhantes à análise macro.

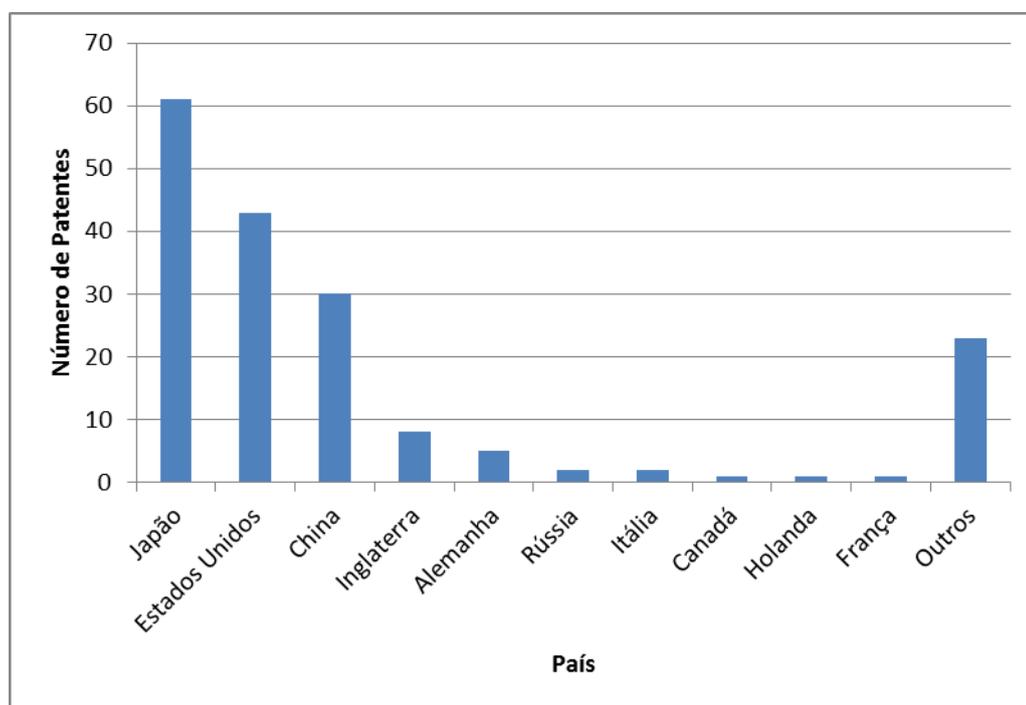


Figura 8. Distribuição de documentação de patentes por país- Análise Meso(Espacenet).

Fica evidente que os maiores investidores são o Japão, Estados Unidos e China, o que também é um reflexo direto de suas economias melhores estruturadas e do amparo à pesquisa em inovações tecnológicas. Chama atenção o fato de o Japão ser atualmente o maior depositante de documentação patentária sobre técnicas de monitoração da corrosão.

Análise Micro

Para obtenção da análise micro foram selecionadas as documentações de patentes que especificavam o nome da técnica em seus títulos e incluíam os termos "corrosion" and "pipe" nos seus resumos. O termo "pipe" foi truncado na pesquisa para um maior número de resultados. Esta é uma técnica bastante empregada nos estudos de prospecção tecnológica e no caso deste trabalho permitiu incluir a busca de termos como "pipes" e "pipeline".

ao Figura 9 mostra que as técnicas de pig, cupom e sonda de resistência elétrica apresentam o percentual mais elevado por serem métodos já consolidados no mercado. O pig apresenta o maior número de documentos de patentes por ser uma técnica específica para cada situação de defeitos da tubulação. Isso implica que, em cada uma das situações, é necessária uma nova patente, justificando assim, o maior percentual em relação às demais técnicas. Além disso, é uma técnica consagrada por apresentar resultados confiáveis quando falamos na integridade de um duto.

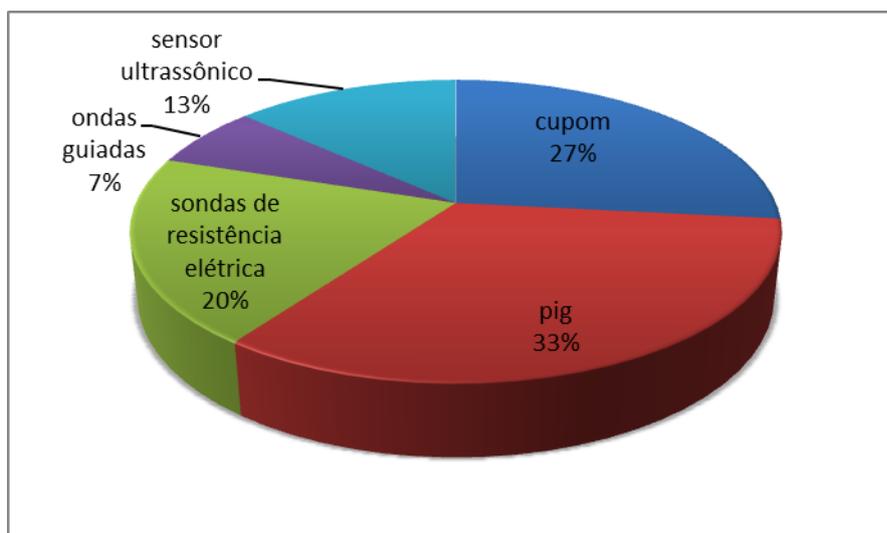


Figura 9. Distribuição das documentação de patentes por técnica de monitoramento.

As técnicas de ondas guiadas e sensores ultrassônicos, apesar de ainda não estarem plenamente consolidadas vêm aumentando em importância na sua utilização, sendo alternativas aos pigs instrumentados, por exemplo. Ainda assim, o percentual apresentado é significativo e demonstra o interesse industrial em apostar nestas inovações tecnológicas como boa possibilidade de substituição das técnicas anteriores. Foi observado um maior número de documentos de patentes nos sensores ultrassônicos devido à maior abrangência do termo em relação às ondas guiadas.

Demais técnicas como video laser, tomografia magnética e ressonância acústica, que não foram encontradas nas patentes utilizando esta metodologia, são percebidas principalmente através das pesquisas publicadas em artigos científicos. Isto é, estão em fase inicial de desenvolvimento e melhorias. Para técnicas já consolidadas industrialmente houve dificuldades nas buscas por documentos de patentes que mencionassem explicitamente o termo, o que já era esperado nesse tipo de análise.

A técnica de video laser e a tomografia magnética são técnicas muito recentes e podem estar patenteadas através da descrição do método e não com esta nomenclatura. Por conta disso, provavelmente a metodologia empregada nesse trabalho não foi capaz de detectá-las. Ainda assim, busca-se testá-las como alternativas aos métodos clássicos, mostrando interesse e aposta em desenvolvimento tecnológico, além de uma boa iniciativa nacional para o domínio destas técnicas que conforme verificado na base INPI não é satisfatório.

Pedidos de Patentes

A fim de se obter uma visão do cenário a ser apresentado nos próximos anos, optou-se pela prospecção através da análise dos pedidos de patentes depositadas nos últimos 10 anos.

Este método através da base USPTO é largamente utilizado em estudos de prospecção tecnológica, onde é possível encontrar documentos registrados a partir de março de 2001.

Os resultados das buscas por palavras-chave encontram-se nas Tabelas 4 e 5, onde observa-se o mesmo padrão entre as patentes concedidas. Para fazer uma análise micro, os termos empregados foram os da técnica presente no título, e as expressões "corrosion" e "pipe*" no resumo da patente (Tabela 4); e os termos gerais utilizados para comparação com a análise macro concedida (Tabela 5).

Tabela 4: Resultados para pedido de patentes na base USPTO e técnicas específicas.

Palavras-chave	USPTO
coupon (title) + corrosion and pipe* (abstract)	1
pig (title) + corrosion and pipe* (abstract)	0
electrical and resistance (title) + corrosion and pipe* (abstract)	0
guided and wave* (title) + corrosion and pipe* (abstract)	0
ultrasonic (title) + corrosion and pipe* (abstract)	2

Tabela 5: Resultados para pedido de patentes na base USPTO com termos gerais.

Palavras-chave	USPTO
monitoring and corrosion (abstract)	97
monitoring and corrosion and method (abstract)	37
monitoring and corrosion and pipe* (abstract)	7
monitoring and corrosion and method and pipe* (abstract)	3
monitoring and internal and corrosion (abstract)	4

A Tabela 5 mostra um maior número de documentos de patentes referentes ao monitoramento dos processos corrosivos, sendo poucas explicitamente relativas a dutos de petróleo e gás. Isto significa que a previsão para os próximos anos, baseada no número de pedidos de patentes através da metodologia empregada neste trabalho, não é otimista. A tendência do setor é a de estagnação no sentido de desenvolvimento de novas tecnologias competitivas. Isso indica a necessidade de maiores investimento em pesquisas por parte de empresas e/ou centros de pesquisa. O número reduzido de pedidos de patentes não deve ser um desestímulo, mas ao contrário, mostra que existe um enorme potencial de melhorias a serem feitas.

Por outro lado, os resultados desta pesquisa de prospecção tecnológica, indicam que qualquer inovação que venha a ser implementada, não encontrará imediata competitividade com as técnicas consagradas que foram identificadas nesta pesquisa. A indústria petroquímica, em escala mundial continuará empregando estas metodologias clássicas na determinação (monitoração) das taxas de corrosão no decorrer da próxima década.

Conclusões

Foi caracterizado o estado da arte do setor de monitoração da corrosão interna de dutos através da análise de documentos de patentes de diversos países.

A análise dos documentos de patentes publicadas nas bases consultadas (Espacenet, USTPO e INPI) permitiu verificar que os estudos e o desenvolvimento de novas tecnologias com potencial aplicação nas técnicas de monitoramento de corrosão em dutos apresentou um crescimento nas últimas três décadas.

Dentre os principais países envolvidos nesta corrida pelo domínio das técnicas de monitoração da corrosão interna, destacam-se Japão e Estados Unidos. No entanto, a análise dos documentos das patentes americanas na base USPTO permitiu concluir que as publicações tendem a uma estagnação. Este comportamento foi corroborado ao se analisar as patentes sobre monitoramento de corrosão ainda não concedidas através da base americana. A baixa incidência de resultados significativos desde março de 2001 até o final de 2011 mostra que a próxima década pode reproduzir o efeito das últimas. Muitos fatores podem contribuir para isto, sendo o principal deles as fortes crises econômicas enfrentadas pelos EUA.

Quando as técnicas de monitoramento foram analisadas separadamente nas buscas por patentes, ficou evidente que os três métodos mais estudados são: pigs instrumentados, cupons e sondas de resistência elétrica. Essa pesquisa identificou estas tecnologias como as mais consolidadas na prática.

No entanto, o quadro observável através da análise de patentes é a de que a implementação de novas tecnologias será a longo prazo. Assim, a tendência é que as técnicas clássicas continuem sendo as mais empregadas nos próximos anos.

Referências bibliográficas

ABDI - Panorama setorial: plásticos. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2008. Disponível em www.abdi.com.br, acesso em setembro de 2010.

ARAÚJO, V. M. R. H. Uso da informação contida em patentes nos países em desenvolvimento. *Ciencia da Informação*, v. 13, n. 1, p.53-56, 1984.

CABRAL, L. L. Como acessar e utilizar a informação tecnológica contida nos documentos de patentes. In: II Encontro de Propriedade Industrial e Comercialização de Tecnologia, 1999.

CAMERINI, Claudio Soligo; OLIVEIRA, Carlos Henrique Francisco de. Pig instrumentado da Petrobrás: Resultados e Perspectivas. XXI Congresso Nacional de Ensaio Não Destrutivo. Brasil, 2002.

Emerson Process – Disponível em : <http://www2.emersonprocess.com/en-US/brands/roxar>, Acesso em: Janeiro de 2012.

ESPACENET - European Patent Office. Disponível em http://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP

EVANGELISTA, Isaac N. M.- Abordagem Sistêmica da Pintura Industrial, ABRACO,1984.

FONTANA, M.G. e GREENE, N.D. Corrosion Engineering

Gassco, release , 29 May 2009

GENTIL, Vicente. – Corrosão 5 ed.- Rio de Janeiro : Guanabara 2007

PASA - http://www.pasa.com.br/pasa/tubulacoes_gul.asp Acesso em Janeiro de 2012.

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em <http://pesquisa.inpi.gov.br/MarcaPatente/jsp/servimg/validamagic.jsp?BasePesquisa=Patentes>

JOOSTEN, M.W., FISCHER, K.P., STROMMEN, R., LUNDEN, K.C.: "Internal Corrosion Monitoring of Subsea Oil and Gas Production Equipment", Materials Performance, April 1995, pp.44-48.

Macaé Offshore – Disponível em : <http://www.macaeeoffshore.com.br/> Acesso em Janeiro de 2012.

MITTELBAACH, M. O sistema brasileiro de patentes. Anais do Seminário de Propriedade Industrial, Belo Horizonte, p.14, 1985.

MUNGER, C. G., Corrosion Protective Coatings, NACE, 1987.

Sonamatic – Disponível em :<http://www.vsonamatic.com>, Acesso em: Janeiro de 2012

NACE RP 0775/87

AGR – Disponível em: <http://www.agr.com/field-operations>) Acesso em: Janeiro de 2012.

Morkem – Disponível em: <http://www.morken.com.ar/> Acesso em Janeiro de 2012.

Rose Inspection - Disponível em:
<http://www.roseninspection.net/RosenInternet/InspectionServices/> Acesso em:
Abril 2011

SANTOS R. W. F., FRANCISCO C. R. Marques 4 seminário de END em Dutos:

SOUZA, A. M. e ANTUNES, J. L. M. Patenteamento e Prospecção Tecnológica no setor Farmacêutico, Rio de Janeiro: Interciência: UFRJ, Departamento de Química, 2008.