



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - NPGA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

**SÍLVIO ROMERO ALMEIDA DA SILVA**

**ABRINDO HORIZONTES PARA A ABORDAGEM DO**  
**VAZAMENTO DE VAPOR EM UMA REFINARIA DE**  
**PETRÓLEO:**  
**O CASO RLAM**

Salvador  
2005

**SÍLVIO ROMERO ALMEIDA DA SILVA**

**ABRINDO HORIZONTES PARA A ABORDAGEM DO  
VAZAMENTO DE VAPOR EM UMA REFINARIA DE  
PETRÓLEO:  
O CASO RLAM**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós Graduação em Administração, Mestrado Profissional em Gestão Empresarial da Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientadora: Professora Maria Teresa Franco Ribeiro

Salvador  
2005

Escola de Administração - UFBA

- S 586 Silva, Sílvia Romero Almeida da  
Abrindo horizontes para a abordagem do vazamento de vapor em uma refinaria de petróleo: o caso RLAM. / Sílvia Romero Almeida da Silva. – 2005.  
76 f.
- Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Tereza Franco Ribeiro.  
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração, 2005.
1. Gestão social . 2. Gestão ambiental. 3. Refinaria Landulpho Alves- Estudo de casos. 3. Paradigmas (Ciências sociais). 4. Organizações complexas. I. Ribeiro, Maria Tereza Franco. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. III. Título.

CDD – 363.7

(

SÍLVIO ROMERO ALMEIDA DA SILVA

ABRINDO HORIZONTES PARA A ABORDAGEM DO VAZAMENTO DE VAPOR  
EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO:  
O CASO RLAM

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Administração.

Salvador, 20 de outubro de 2005

Banca Examinadora:

Maria Teresa Franco Ribeiro \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia

Asher Kiperstok \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia

José Célio Silveira Andrade \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia

Maria Elisabete Pereira dos Santos \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia

Lúcia, Eduardo, Vítor e Daniel,

Dedico este trabalho a vocês,  
que me incentivaram a buscar esta etapa do aprendizado  
e aceitaram a minha ausência a vários eventos familiares,  
numa demonstração de valorização do crescimento interior.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

À professora Dra. Maria Teresa Franco Ribeiro:

pela sua paciência em me ouvir e competência em traduzir, de forma clara, o pensamento acadêmico,

pela sua contribuição para o meu contato com novos conceitos que me permitiram construir uma nova visão de mundo,

pelas sugestões de abordagem de diversas questões que tornaram mais clara a apresentação das idéias.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

De forma destacada:

Ao professor Dr. José Célio Silveira Andrade, pelo incentivo a vencer as diversas etapas deste trabalho e pela forma produtiva e didática de acompanhamento da evolução do trabalho.

Ao colega José Jairo de Souza Calmon, pela rica contribuição com a sua percepção do problema, pela sua disponibilidade para esclarecimentos de dúvidas e pela sua participação na missão à REFAP S/A, quando pode elaborar um relatório comparativo muito útil ao presente trabalho.

Aos colegas da Companhia, que forneceram as suas percepções sobre a questão aqui estudada.

À PETROBRAS, pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação, o que reflete a valorização que a empresa dá à capacitação do seu quadro de empregados.

*“O desconforto o inconformismo ou a indignação perante o que existe suscita impulso para teorizar a sua superação”.* (Santos, 2000, p. 23).



## RESUMO

Este estudo de caso faz uma reflexão sobre perdas, com foco no caso de vazamentos em sistema de vapor traçado em uma refinaria de petróleo, a PETROBRAS/RLAM (Refinaria Landulpho Alves, de Mataripe). Por ser um problema que desafia as equipes de trabalho da refinaria, a avaliação das percepções sobre o mesmo e a conseqüente ampliação tanto do entendimento da questão quanto da possibilidade de obtenção de melhores resultados tornam-se de suma relevância. Recorre-se a conceitos oriundos de um contexto de crise do paradigma da ciência moderna e ao nascimento de um paradigma emergente, trazendo o conceito de complexidade para a construção de um novo olhar que permita ver além do aparente. Utilizam-se, ainda, conceitos que permitem explorar aspectos do conhecimento e atitude das pessoas envolvidas com o problema do vazamento em sistema de vapor traçado. A partir da vivência do autor com o problema em estudo, são formuladas percepções que são submetidas à validação por atores que lidam diretamente com o problema, e podem, ainda, acrescentar outras percepções do problema. Foi solicitado, ainda, o posicionamento de gerentes indiretamente envolvidos com a questão. Ao longo da análise das características do conceito de complexidade, é feita a identificação de aspectos da questão que reforçam a necessidade de se pensar uma outra abordagem para o tratamento do problema, com ênfase no trabalho em equipe e na aplicação do conceito de fragmentação temática, em oposição à fragmentação disciplinar, característica predominante na forma de abordar questões no paradigma da ciência moderna. São utilizadas as quatro teses que definem o paradigma emergente, para a análise das percepções que mais representam as dificuldades para lidar com a questão.

**Palavras-chave:** Visão Sócio-Ambiental; Vazamento de Vapor; Refinaria de Petróleo.

## **ABSTRACT**

This case study throws a reflection on the losses in steam system leakage, focusing on the case of PETROBRAS/RLAM (Mataripe's Landulpho Alves Refinery). In so far as the problem defies the refinery work teams, the assessment of perceptions on the issue and the consequent increase in understanding the question as well as searching for better results is of great relevance. Concepts are sought within a context of crisis in modern science paradigm as well as found in the emergence of a new paradigm which brings conceptual complexity for the construction of a new way of viewing beyond the apparent. Concepts are also used in order to allow for the possibility of exploring the understanding and the attitude of those involved with traced steam system leakage. Considering the author's experience with the problem, perceptions are established in order to be validated by those who deal directly with the problem, who may provide additional perceptions on the issue. The position of managers indirectly involved with the problem was also included. The analysis of the features of the complexity concept points to the identification of aspects which reinforce the need for other approaches to deal with the problem, emphasizing team work and the application of the notion of thematic fragmentation, as opposed to the disciplinary fragmentation, dominant in modern science paradigm based studies. The four theses which define the emergent paradigm are being used for analyzing the more representative perceptions to deal with the difficulties in question.

**Keywords:** Social- environment Vision; Steam Leakage; Oil Refinery.

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Quadro 1 - Vazamentos de Vapor, Quadro Comparativo Rlam-Refap	15
Figura 1 - Cenário de fundo das perdas crônicas	22
Quadro 2:- Síntese dos conceitos sugeridos para análise da questão	52
Quadro 3 - Características do conceito de complexidade	53
Quadro 4 - Amostra das entrevistas	57
Quadro 5 - Perfil da amostra, entrevista com formulário	57
Quadro 6 - Perfil da amostra, pesquisa sem formulário	57
Quadro 7 - Resultado das entrevistas com formulários sobre a razão do vazamento de vapor	60
Quadro 8 - Contribuição de um entrevistado da manutenção com comentários adicionais	62
Quadro 9 – Posicionamento dos gerentes indiretamente envolvidos com a questão do vazamento de vapor	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2 REFLETINDO SOBRE A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA E SOBRE OS CONCEITOS DE COMPLEXIDADE E MEIO TÉCNICO-CIENTÍFICO-INFORMACIONAL</b>	20
2.1 REFLETINDO SOBRE A FALTA DE COMPREENSÃO DOS FATORES	21
2.2 REVISANDO O “PARADIGMA DOMINANTE”	26
2.3 PRINCÍPIOS DO “PARADIGMA EMERGENTE”	35
2.4 CONCEITO DE COMPLEXIDADE	43
2.5 O CONCEITO DE MEIO TÉCNICO-CIENTÍFICO-INFORMACIONAL	49
2.6 SÍNTESE DOS CONCEITOS: CONSTRUINDO UM MODELO DE ANÁLISE	52
<b>3 CONTEXTO PARA A REFLEXÃO SOBRE O VAZAMENTO DE VAPOR</b>	54
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	56
<b>4 ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES SOBRE A QUESTÃO</b>	59
4.1 ANÁLISE DO RESULTADO DA PESQUISA NAS ÁREAS ENVOLVIDAS DIRETAMENTE COM O PROBLEMA	59
4.2 ANÁLISE DO RESULTADO DA PESQUISA COM GERENTES INDIRETAMENTE ENVOLVIDOS COM A QUESTÃO	69
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	71
<b>REFERÊNCIAS</b>	73
<b>APÊNDICE A</b>	75
<b>ANEXO A</b>	76

## 1 INTRODUÇÃO

O vapor de que trata este estudo é o obtido a partir da vaporização de água. Ele é uma das utilidades mais usadas numa refinaria de petróleo. Dentre as várias aplicações, pode-se destacar as seguintes: fornecimento de potência a turbinas de acionamento de equipamentos mecânicos, como bombas de processo, utilidades ou transferência, geradores de energia elétrica, compressores de ar e de gases, sopradores de ar; injeção em torres de processamento de petróleo e derivados; atomização de óleo combustível para queima em fornos; aquecimento e purga de sistema antes da introdução de hidrocarbonetos e na purga de hidrocarbonetos de sistemas que vão ser liberados para serviços de manutenção ou projetos; aquecimento de tubulações e equipamentos de produtos pesados que congelam à temperatura ambiente, etc. O vapor é gerado a partir da água desmineralizada e desaerada (isenta de gases, principalmente o oxigênio) em caldeiras e em fornos de aquecimento de carga de unidades de processo, sendo a maior parte em caldeiras. As caldeiras e os fornos, após a vaporização da água, promovem um aquecimento adicional, tornando o vapor superaquecido para um determinado nível de pressão. O calor utilizado nas caldeiras e nos fornos provém da queima de óleo combustível e/ou gás combustível. Há, ainda, correntes de gases quentes provenientes de unidades de craqueamento ou de turbogerador, que contribuem com seu calor para a geração de vapor em caldeiras de recuperação.

Dentro de uma das várias configurações possíveis de operação do conjunto de caldeiras, a produção de vapor é controlada automaticamente a partir do consumo, de forma que a pressão do sistema seja mantida na faixa desejada. São três os principais níveis de pressão do vapor utilizado na refinaria: vapor de alta pressão, vapor de média pressão e vapor de baixa pressão ou vapor exausto. As caldeiras geram vapor superaquecido de alta pressão e os fornos, preferencialmente, vapor superaquecido de média pressão. A maior parte do vapor de média pressão é obtido a partir do vapor de alta pressão, depois de fornecer potência a uma

turbina. O vapor superaquecido é o que está acima da temperatura de condensação do vapor d'água em uma determinada pressão. A utilização do vapor no estado superaquecido evita os inconvenientes de partículas de condensado se deslocando em alta velocidade. O vazamento de vapor aqui estudado é aquele que surge no sistema de vapor traçado<sup>1</sup>. Dentre os inconvenientes associados ao vazamento de vapor, estão as perdas de energia e de água tratada, os gastos com manutenção e o aumento da temperatura e pressão sonora do ambiente de trabalho.

A refinaria onde é feito o estudo aqui relatado está localizada no Estado da Bahia, às margens da Baía de Todos os Santos, no município de São Francisco do Conde. Produz derivados de petróleo, destinados, principalmente, ao abastecimento do norte e nordeste do país. Iniciou a sua operação em setembro de 1950 e vem sendo ampliada e modernizada com a implantação de novas unidades e desativação de outras antigas. Consta da sua licença de operação, o compromisso de não ultrapassar o valor da outorga do órgão ambiental para o consumo de água doce<sup>2</sup>. A perda de vapor não deixa de ser, ainda, uma ameaça ao atendimento a este compromisso. Por ocasião da coleta de dados para este estudo, eram reparados quatrocentos vazamentos de vapor por mês, a grande maioria no sistema de vapor traçado. É gerado um volume de vapor da ordem de 700 toneladas por hora. A perda de condensado era estimada em 20 toneladas por hora e o custo da energia perdida da ordem de R\$ 275.000,00 mensais.

A refinaria *locus* do estudo possui certificação com base na norma ISO 14000 de gestão ambiental e está buscando a certificação com base na norma SA 8000 de responsabilidade social. A eliminação e prevenção de vazamentos contribuem para a obtenção e manutenção de certificações. Tem sido comum ouvir, de empregados que voltam de visita a outra refinaria, que a refinaria visitada tem menos vazamentos de vapor.

Com o objetivo de enriquecer a análise do problema objeto da pesquisa, foi feita uma visita à Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP S/A, que consegue manter um nível baixo de perda de vapor. Esta pesquisa exploratória na REFAP foi feita para contextualizar melhor o

---

<sup>1</sup> Sistema de vapor traçado é um sistema de aquecimento externo de tubulação, equipamentos e instrumentos, com uso de vapor d'água conduzido através de rede de tubulação constituída por ramais de suprimento, aquecimento e purga (RLAM, norma PE-4L-02228, p. 1). A figura do Anexo A ajuda a visualizar o arranjo de sistema de aquecimento com vapor.

<sup>2</sup> O valor de outorga é definido pelo CRA – Centro de Recursos Ambientais - órgão ambiental do Estado da Bahia, e define a quantidade de recursos hídricos de fonte natural que pode ser utilizada pela entidade licenciada e é revisto periodicamente, de acordo com o destino que é dado ao recurso extraído. Para uso industrial, a licença é por um período de 4 anos renováveis por mais dois períodos. Ao final do segundo período de renovação, a outorga é reavaliada diante de outras prioridades para o recurso hídrico, a exemplo do consumo humano e animal. O acompanhamento pelo órgão outorgante é feito através de relatório de consumo mensal emitido pela entidade outorgada. ([www.cra.ba.gov.br](http://www.cra.ba.gov.br)).

problema de pesquisa. Nesta visita, foram entrevistadas pessoas da manutenção e da operação. Embora o nível de perda seja baixo, as pessoas entrevistadas reconhecem que há espaço para melhorias e que é necessário um grande esforço para obter avanços.

RLAM	REFAP	OBSERVAÇÃO
Existem contratos específicos para vazamentos, purgadores e, atualmente, substituição de traço de vapor periodicamente.	Não existem contratos exclusivos para este fim. Não existe esquema especial para eliminação de vazamentos.	Na REFAP, estes serviços são executados eventualmente quando surgem alguns vazamentos ou percebe-se purgadores defeituosos.
Não há um controle relacionado com a água que é utilizada na geração de vapor, o condensado recuperado e o quanto se perde para a atmosfera por purgadores ou vazamentos.	Há este controle de perto, as providências são tomadas tão logo se percebe a perda de condensado, realizando investigação da causa, inclusive acompanhamento com relatórios e gráficos.	
Tem 53 anos de funcionamento.	A REFAP tem 36 anos de funcionamento.	Na RLAM, a vida útil de muitas tubulações e traços de vapor já está ultrapassada, além da atmosfera corrosiva, proximidade do mar, utilização de água salgada. Fatores que não existem na REFAP.
É 3 a 4 vezes maior que a REFAP. A quantidade de tubulações com aquecimento, conseqüentemente a malha de vapor traçado é várias vezes maior que a da REFAP.	Comparativamente à RLAM, existem muito menos pontos de possíveis vazamentos	
Gera aproximadamente 700 ton. de vapor/hora.	Gera, aproximadamente, 200 ton. de vapor/hora.	Conseqüentemente, menos potencial para vazamentos .
Muitas linhas com pinturas e isolamentos deteriorados, contratos agressivos para minimizar esta situação são necessários.	As tubovias encontram-se com pintura e isolamentos em bom estado	O controle da qualidade e manutenção no sentido preventivo.
Está à beira mar, com atmosfera bastante corrosiva, ainda utiliza água salgada para refrigeração.	Está a aproximadamente 100 km do mar, não utiliza água salgada para nenhum fim.	O ambiente não é favorável para a RLAM.
Há resistência das pessoas para trabalhos em equipe para a solução do problema.	Todos os setores se envolvem na solução do problema logo que ele surge.	Na RLAM, as pessoas ainda não estão com uma boa consciência formada em relação ao trabalho de equipe. Necessário maior trabalho de conscientização da equipe.
Há necessidade de investimentos em sistemas de aquecimento com frequência elevada de vazamentos.	Não há informação da existência de sistema de aquecimento com deficiência de projeto.	
Antes da ampliação, a equipe era maior e mais estruturada e a liberação de serviços era mais rápida, enquanto havia menos unidades e surgiam bem menos vazamentos.	É esperado que após a ampliação que está acontecendo, ocorra um aumento dos problemas de vazamentos.	É possível que a cultura de combate às perdas da REFAP mantenha o problema sob controle.
Pouca capacitação dos operadores para a identificação de defeitos em purgadores de vapor.	Boa capacitação dos operadores para a identificação de defeitos em purgadores de vapor.	REFAP promove a capacitação dos operadores de utilidades e logística para a identificação de defeitos em purgadores.

Quadro 1 – Vazamentos de Vapor, Quadro Comparativo Rlam-Refap

Fonte: Relatório de visita à REFAP, elaborado por José Jairo de Souza Calmon.

Como mostra o Quadro 1, além das condições ambientais, há uma perspectiva mais cooperativa na REFAP, refinaria localizada no Estado do Rio Grande do Sul, como resultado de um maior envolvimento dos setores com a questão, além da contribuição dos operadores na identificação precoce de problemas com purgadores, opção de trabalho que pode evitar o aparecimento do vazamento. O controle da reposição da água de caldeira na REFAP permite uma atuação imediata nas causas das perdas de forma a manter o sistema de aquecimento com vapor continuamente monitorado. Um programa de treinamento de operadores, com a participação de técnicos de empresas fornecedoras de purgadores, tem permitido um diagnóstico precoce de problema no sistema de aquecimento com vapor. Uma maior conformidade do sistema de aquecimento existente com o projeto do sistema naquela refinaria pode também ter uma influência positiva numa menor frequência de ocorrência de vazamento de vapor. Uma maior capacitação técnica da equipe pode estar relacionada ao fato do Estado do Rio Grande do Sul ocupar melhor posição que o Estado da Bahia em indicadores de produtividade. Trata-se de um estado mais denso no que se refere à ciência, tecnologia e informação.

A maior parte dos vazamentos de vapor numa refinaria de petróleo é visível, devido à nuvem branca que se forma próximo ao local de origem. Os vazamentos aqui estudados são os que ocorrem na malha de tubos de aquecimento que utilizam, em sua maior parte, vapor de média pressão e, em menor quantidade, o vapor de baixa pressão. Os tubos de aquecimento são tubulações de pequeno diâmetro, da ordem de 10 a 32mm, fabricados, em sua maioria, em aço carbono, instaladas ao longo do tubo que será aquecido e em contato com este, ficando, ambos, envoltos por uma camada de isolamento térmico.

O presente trabalho procura examinar vários aspectos relacionados com o vazamento em sistema de vapor traçado na refinaria *locus* do estudo, ou seja: maior incidência de vazamentos nesta do que na refinaria do Rio Grande do Sul; razões paradigmáticas para uma abordagem com prevalência disciplinar; complexidade do problema; conhecimento técnico das equipes relacionadas com o problema. O presente trabalho busca, também, responder às seguintes questões: quais os fatores que dificultam a eliminação e prevenção do vazamento de vapor? Estaria o problema relacionado com a falta de efetividade das ações adotadas para corrigir os vazamentos de vapor? Por que, então, as ações não seriam efetivas? O que estaria impedindo a solução do problema? Ou seja, porque a quantidade de vazamentos permanecia mais ou menos a mesma, se recursos eram alocados para a sua eliminação? Parte-se do pressuposto de que a falta de uma compreensão sistêmica da complexidade dos diversos



fatores associados à questão não permitiria a efetividade do programa de eliminação de vazamentos no sistema de vapor traçado.

O objetivo geral do trabalho é, portanto, compreender e identificar os diversos fatores associados ao problema e contribuir para a efetividade das ações do programa de eliminação de vazamentos no sistema de vapor traçado da refinaria.

Para o desenvolvimento do estudo proposto, foram selecionados alguns autores que, embora não estejam trabalhando dentro de uma mesma matriz teórica, acredita-se possam permitir diálogo entre suas abordagens e conceitos e as que foram exploradas neste trabalho. Como estratégia para preservar a idéia dos autores consultados, foi feito um uso considerado intenso de citações e, para aqueles autores cuja obra consultada é uma edição portuguesa, a grafia das palavras foi convertida para a grafia do português do Brasil.

A leitura para o problema, proposta neste estudo, é a de que ele seja visto de uma forma mais complexa. Para isto, são exploradas teorias que vêm discutindo o esgotamento da ciência moderna, a exemplo dos conceitos de paradigma dominante e paradigma emergente (SANTOS, 2001)<sup>3</sup> e teorias de totalidades complexas, a exemplo do conceito de complexidade (DEMO, 2002). Busca-se, assim, a construção de um olhar integrador onde a relação sujeito/objeto, de homem e meio ambiente, passe para uma relação sujeito/sujeito, através da perda de sentido da distinção entre homem e natureza, a exemplo do que ocorreu em época recente no Jardim Zoológico de Salvador, quando uma macaca morreu de depressão, houve um pedido de hábeas-corpus e foi indeferido, o pedido de hábeas-corpus se insere na relação sujeito-sujeito, o indeferimento teve por justificativa de que a macaca não é sujeito. Recorre-se, ainda, ao conceito de meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2001) para situar o problema na influência que pode ter do meio geográfico.

Pretende-se, ainda, com a reflexão estruturada nos conceitos acima referidos, promover um novo olhar sobre o vazamento em sistema de vapor traçado numa refinaria de petróleo, como resultado de uma revalorização da relação da ciência com a natureza, da categorização do problema e do exame da percepção das equipes sobre a questão. São objetivos específicos: caracterizar a complexidade do sistema de vapor traçado numa refinaria de petróleo; examinar a percepção de atores envolvidos direta e indiretamente com o problema do vazamento em sistemas de vapor traçado sobre o fenômeno; avaliar o nível de

---

<sup>3</sup> Embora as contribuições de Boaventura Santos ainda se encontrem no nível ontológico e de epistemologia de uma nova ciência, ou seja, são reflexões que ainda estão em processo de construção de uma nova perspectiva do saber científico, este trabalho explora esses conceitos. Apesar do risco e propriedade da transposição de conceitos tão abstratos e em construção para a discussão de um problema bem específico e caracterizado como técnico, acredita-se na contribuição dessa abordagem para a compreensão do problema do vazamento de vapor.

informações entre as pessoas envolvidas diretamente com o problema; refletir sobre alguns riscos relacionados com a operação do sistema de vapor traçado, para um tratamento mais efetivo da questão.

Foi adotado o estudo de caso como estratégia de pesquisa e a abordagem indutiva com medidas de opinião através da aplicação de um formulário contendo uma relação com dez percepções sobre a questão do vazamento de vapor para a coleta de dados. As dez percepções estão relacionadas no Apêndice A e traduzem uma vivência de mais de vinte e cinco anos do autor desta dissertação com a questão em estudo. O instrumento de coleta de dados foi submetido à validação por pessoas que têm um envolvimento direto com o problema do vazamento de vapor.

O objeto de estudo, a percepção acerca do vazamento de vapor, é um fenômeno da atualidade e o seu exame aconteceu dentro do seu contexto, em uma refinaria de petróleo. O pesquisador, na qualidade de empregado da organização e com fácil acesso às pessoas destino das entrevistas e o contato direto com o fenômeno estudado, fez uso da observação participante de forma aberta. As entrevistas foram semi-estruturadas com e sem formulário para a escolha de cinco entre dez opções de percepções do problema na perspectiva do pesquisador, e abertura para outras percepções na perspectiva do entrevistado.

A apresentação dos resultados desta investigação é feita em três capítulos. O segundo capítulo apresenta os conceitos que fundamentaram, teoricamente, o estudo, a exemplo do conceito de paradigma da ciência moderna ou “paradigma dominante” e o de paradigma da ciência pós-moderna ou “paradigma emergente”, expostos por Boaventura de Sousa Santos (2001). Embora a edição consultada (SANTOS, 2001) seja portuguesa, a grafia das palavras no presente trabalho segue a regra do português do Brasil. O mesmo se aplica às citações da obra de Habermas (1997). Para ampliar a visão do problema, recorre-se, ainda, ao conceito de complexidade enunciado por Edgar Morin (1999) e Pedro Demo (2002). Para a caracterização da visão atual do problema, bem como para a construção do já referido novo olhar sobre ele, recorre-se ao conceito de meio técnico-científico-informacional proposto por Milton Santos (2001). O terceiro capítulo trata da coleta de dados e apresenta seus resultados. O quarto capítulo traz a análise desses dados à luz dos conceitos desenvolvidos no Capítulo 2. O modelo de análise utiliza as quatro teses que definem o “paradigma emergente” (SANTOS, 2001), para refletir sobre as opiniões apontadas nas pesquisas e identificar os pontos de contato do problema em estudo com o conceito de complexidade exposto por Demo (2002). É feita uma referência a perdas crônicas dentro da ferramenta de gestão designada por TPM (*Total Productive Maintenance*) desenvolvida pelo Japan Institute of Plant Maintenance -

JIPM (1996). Procura-se, ainda, estabelecer a relação do problema com as questões de SMS (segurança, meio ambiente e saúde ocupacional), através da identificação de perigos associados ao vapor (PETROBRAS, 1975). Para finalizar, são enunciadas as considerações finais sobre o estudo realizado.

## **2 REFLETINDO SOBRE A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA E SOBRE OS CONCEITOS DE COMPLEXIDADE E MEIO TÉCNICO-CIENTÍFICO-INFORMACIONAL**

A reflexão sobre a evolução da ciência é guiada pelos conceitos de paradigma dominante e da transição para um novo, que Santos (2001, p.9) designa de paradigma emergente. Ele considera que “estamos no fim de um ciclo de hegemonia de uma certa ordem científica”. Covey (2002, p. 46, grifo do autor) define o que representa uma mudança de paradigma:

Nos círculos científicos, transformações drásticas, revoluções no pensamento, grandes progressos no entendimento e súbitas liberações de antigos limites são chamados “mudança de paradigma”. Todos oferecem nitidamente novos modos de pensar sobre velhos problemas. (...) A palavra *paradigma* vem do grego paradeigma: um padrão ou mapa para entender e explicar determinados aspectos da realidade. Embora uma pessoa possa se aperfeiçoar um pouco, desenvolvendo novas habilidades, progressos extraordinários no desempenho e avanços revolucionários na tecnologia exigem novos mapas, novos paradigmas, novas maneiras de pensar e ver o mundo.

A contribuição esperada com a reflexão neste capítulo está relacionada com uma possível interdependência entre o contexto epistemológico da ciência moderna e das idéias que presidem o modelo de abordagem de questões, como a do vazamento de vapor em sistema de vapor traçado na refinaria *locus* do estudo. A reflexão sobre o conceito de complexidade é guiada pela abordagem de Demo (2002) e procura despertar para aspectos do problema em estudo, que guardem alguma semelhança com as características de totalidades complexas descritas pelo autor. O conceito de meio técnico-científico-informacional busca despertar para fatores associados com a capacitação das pessoas para lidar com a questão.

## 2.1 REFLETINDO SOBRE A FALTA DE COMPREENSÃO DOS FATORES

Para refletir sobre a falta de compreensão dos fatores associados ao problema do vazamento em sistema de vapor traçado, recorre-se, aqui, ao rumo que a ciência moderna tomou na sua relação com a natureza conforme a abordagem que Boaventura de Sousa Santos (2001) faz quando diz que “*vivemos num tempo atônito*” (p. 5), para olhar o problema de um ponto mais afastado. Refletindo sobre a situação presente das ciências no seu conjunto em 1985, Santos (2001) considera que, ao olhar-se para o passado, constata-se duas imagens contraditórias: a primeira é a de que os progressos científicos dos últimos trinta anos são os que fazem a diferença entre o passado e o presente. A segunda é a de que o campo teórico em que ainda hoje se movem as ciências foi estabelecido e mapeado por aqueles que viveram ou trabalharam entre o século XVIII e os primeiros vinte anos do século XX, que, em termos teóricos, ainda se vive no século XIX, que o século XX ainda não começou e que, segundo o autor, talvez nem comece antes de terminar. Quando se refere ao futuro, Santos (2001) chama a atenção para duas imagens também contraditórias, da mesma forma que ao se olhar o passado. A primeira, indicando uma antecipação do século XXI devido às potencialidades da tradução tecnológica dos conhecimentos acumulados poder levar a uma sociedade de comunicação e interativa, libertada das carências e inseguranças que ainda hoje compõem os dias da maioria das pessoas. A segunda imagem resulta de uma reflexão, também proposta pelo autor, para o possível fim do século XXI antes mesmo de começar, devido ao avanço do rigor científico combinado com os perigos de uma catástrofe ecológica ou da guerra nuclear.

O autor aqui examinado desenvolve a idéia de que se está vivendo um período de transição paradigmática. Esta transição teria suas raízes no esgotamento de promessas da ciência moderna de resolver problemas como a fome e a miséria através da “[...] dominação da natureza e do seu uso para o benefício comum da humanidade” (Santos, 2000, p. 56), e, em lugar disto, “conduziu a uma exploração excessiva e despreocupada dos recursos naturais, à catástrofe ecológica, à ameaça nuclear, à destruição da camada de ozônio e à emergência da biotecnologia, da engenharia genética e da conseqüente conversão do corpo humano em mercadoria última” (Santos, 2000, p. 56). A gestão das empresas passa por ajustes que leva em conta a sua relação com o meio ambiente. A crescente preocupação com a sustentabilidade dos negócios é fruto de uma legislação que busca diminuir o impacto ambiental da atividade industrial. Este trabalho trata de perdas aparentemente com pouco impacto econômico na rotina operacional do negócio, mas com reflexo no consumo de energia e de recursos naturais, como a água, e, conseqüentemente, com influência na sustentabilidade da vida na terra. A

abordagem da JIPM (1996) para perdas crônicas contribui para ampliar o entendimento da importância de perdas que, individualmente, causem um pequeno prejuízo, mas, quando frequentes, a perda total torna-se grande e merece um tratamento compatível. A Figura 1 resume a idéia de perdas crônicas. Pode-se constatar, pela Figura 1, que há duas situações: a perda crônica é percebida ou ela não é percebida. Se ela é percebida, a JIPM (1996, p. 2-12) considera três possibilidades: a) providências são tomadas e o problema não desaparece porque as suas causas não são identificadas com clareza; b) providências não podem ser tomadas por falta de liberação do sistema para a intervenção julgada necessária, devido a perdas consideradas mais significativas no caso de parada do sistema, e c) providências não são tomadas, simplesmente, porque não se percebe a importância da perda. Na situação de não percepção da perda crônica, a ocorrência é vista como algo natural ou inevitável, e a perda é ignorada.

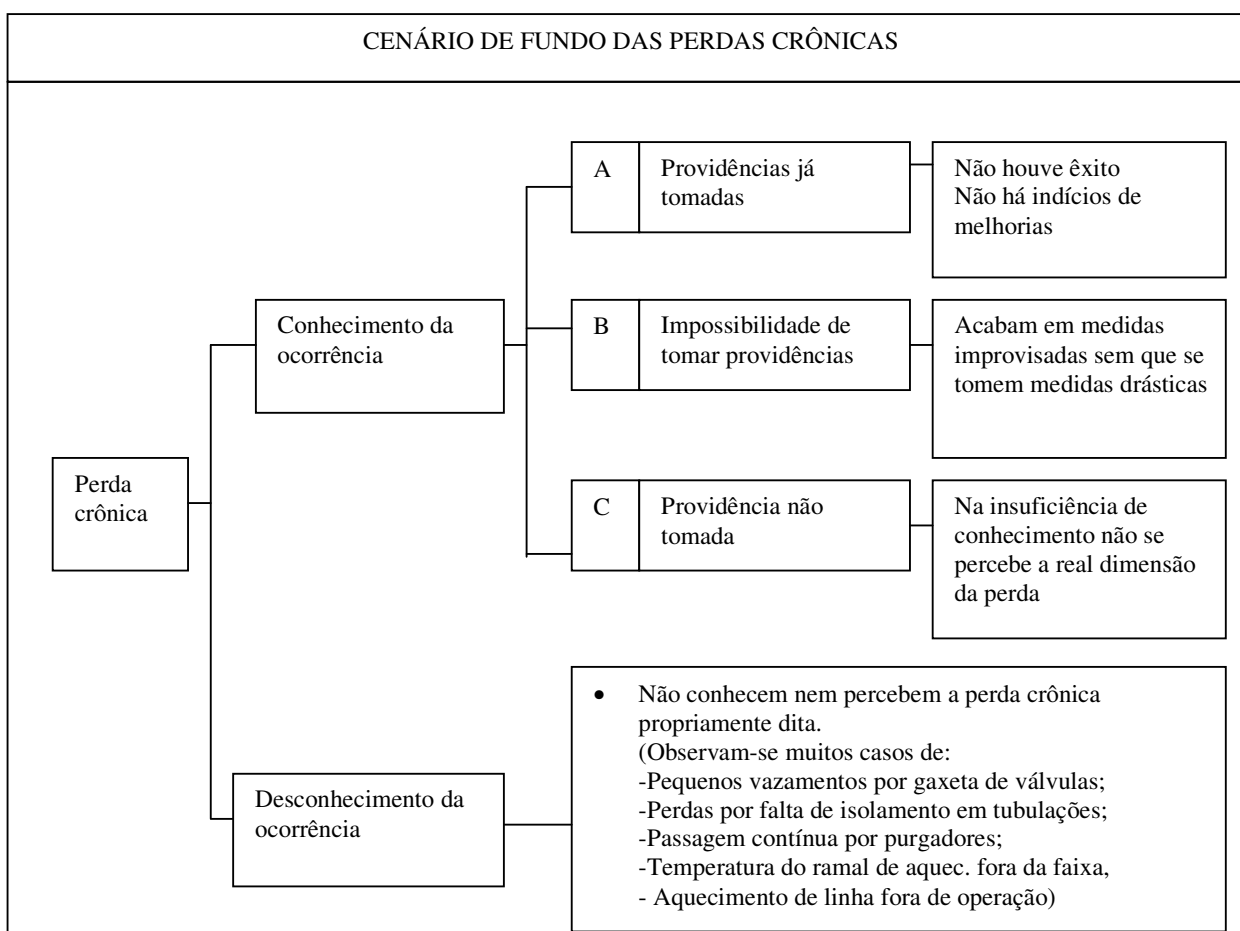


Figura 1: Cenário de fundo das perdas crônicas  
Fonte: JIPM, 1996, p. 2-11

Uma outra forma de definir a perda crônica é fazer a sua distinção do que a JIPM (1996) chama de perda esporádica. “Nas perdas esporádicas, as causas são relativamente fáceis de serem detectadas e como a relação causa-efeito é nítida, as medidas de combate também são fáceis de serem adotadas” (JIPM, 1996, p. 2-11). No caso em estudo, uma perda esporádica, é quando ocorre o colapso de uma tubulação de vapor e todo um sistema de aquecimento deixa de receber vapor. Fica evidente a causa da falta de suprimento de vapor e fica fácil, também, corrigi-la.

O entendimento da perda crônica já é um pouco mais difícil. “Mesmo executando-se diversas medidas de combate, estas não são facilmente solucionadas. Para as perdas crônicas tornam-se necessárias medidas inovadoras, ou seja, medidas novas e diferentes das adotadas usualmente”. (JIPM, 1996, p. 2-11). Uma das razões das dificuldades em lidar com as perdas crônicas é que, raramente, há apenas uma causa associada com a perda crônica, além de ser difícil a detecção dessas causas e o estabelecimento da relação causa-efeito. A metodologia desenvolvida pela JIPM (1996) inclui a utilização de outros conceitos, a exemplo de “falhas ínfimas” e “perfil ideal” para ampliar o entendimento e permitir a solução das perdas crônicas. As falhas ínfimas, isoladamente, dificilmente causam problema. Mas, por serem ínfimas, são relegadas e, quando se associam, produzem a perda e podem passar despercebidas. O conceito de perfil ideal do sistema inclui os comportamentos indesejáveis para a prevenção de perdas, a exemplo da tolerância da falha ínfima e o não atendimento da condição suficiente. A condição suficiente é aquela que mesmo não sendo satisfeita, o sistema funciona, mas há a possibilidade de aparecimento de falha, a exemplo da temperatura do tubo de aquecimento com vapor. Um valor abaixo da faixa de trabalho pode provocar um nível acelerado de corrosão e levar a uma falha prematura do sistema.

E quando se pensa em problemas de pouco impacto econômico na rotina operacional, é razoável admitir que haja pouca atenção com as suas conseqüências no longo prazo. E a dimensão destas conseqüências pode estar relacionada com a forma como a ciência moderna avançou:

A um nível mais profundo, esta sensação de insegurança tem as suas raízes na crescente assimetria entre a capacidade de agir e a capacidade de prever. A ciência e a tecnologia aumentaram a nossa capacidade de ação de uma forma sem precedentes, e, com isso, fizeram expandir a dimensão espaço-temporal dos nossos atos. Enquanto anteriormente os atos sociais partilhavam a mesma dimensão espaço-temporal das suas conseqüências, hoje em dia a intervenção tecnológica pode prolongar as conseqüências, no tempo e no espaço, muito para além da dimensão do próprio ato através de

nexos de causalidade cada vez mais complexos e opacos. (SANTOS, 2000, p. 57-58).

Santos (2001, p. 6-7, grifo do autor), ao propor uma forma de lidar com períodos de transição difíceis de entender, também oferece uma oportunidade de reflexão crítica sobre os benefícios que o progresso das ciências e das artes tem proporcionado à sociedade:

Tal como noutros períodos de transição, difíceis de entender e de percorrer, é necessário voltar às coisas simples, à capacidade de formular perguntas simples, perguntas que, como Einstein costumava dizer, só uma criança pode fazer mas que, depois de feitas, são capazes de trazer uma luz nova à nossa perplexidade. Tenho comigo uma criança que há precisamente duzentos e trinta e cinco anos fez algumas perguntas simples sobre as ciências e os cientistas. Fê-las no início de um ciclo de produção científica que muitos de nós julgam estar agora a chegar ao fim. Essa criança é Jean-Jacques Rousseau. No seu célebre *Discours sur les Sciences et les Arts* (1750) Rousseau formula várias questões enquanto responde à que, também razoavelmente infantil, lhe fora posta pela Academia de Dijon. Esta última questão rezava assim: o progresso das ciências e das artes contribuirá para purificar ou para corromper os nossos costumes? Trata-se de uma pergunta elementar, ao mesmo tempo profunda e fácil de entender. Para lhe dar resposta – do modo eloqüente que lhe mereceu o primeiro prêmio e algumas inimizades – Rousseau fez as seguintes perguntas não menos elementares: há alguma relação entre a ciência e a virtude? Há alguma razão de peso para substituímos o conhecimento vulgar que temos da natureza e da vida e que partilhamos com os homens e mulheres da nossa sociedade pelo conhecimento científico produzido por poucos e inacessível à maioria? Contribuirá a ciência para diminuir o fosso crescente na nossa sociedade entre o que se é e o que se aparenta ser, o saber dizer e o saber fazer, entre a teoria e a prática? Perguntas simples a que Rousseau responde, de modo igualmente simples, com um redondo não.

O exame do rumo que a ciência tomou é também uma preocupação de Habermas (1997):

[...] então, não poderia pensar-se uma emancipação sem uma revolução prévia da própria ciência e técnica. Em algumas passagens, Marcuse sentese tentado a enlaçar esta idéia de uma nova ciência com a promessa, familiar na mística judaica e protestante, de uma “ressurreição da natureza caída”: um *topos* que, como se sabe, entrou na filosofia de Schelling (e de Baader) através do pietismo suábico e reaparece nos *Manuscritos de Paris* em Marx e, hoje, constitui a idéia central da filosofia de Bloch e, de forma reflexiva, alimenta também as esperanças mais secretas de Benjamim, Horkheimer e Adorno. (Habermas, 1997, p. 50, grifo do autor).

Mudanças no contexto em que se encontram as empresas podem ter influência no encaminhamento de questões de pouco impacto econômico na rotina operacional, como é o



caso do vazamento de vapor, mas de grande impacto na legitimidade e na capacidade de ser aceita pela sociedade, vide outorga de água do órgão ambiental. Um dos resultados do avanço da ciência e da tecnologia é o aumento da automação industrial e a conseqüente diminuição de pessoas necessárias para as atividades de campo nas indústrias de processo contínuo. Embora a pesquisa não tenha focado esta questão, é razoável supor que a menor quantidade de pessoas assistindo ao dia a dia das instalações possa contribuir para a permanência de problemas que a automação ainda não detecta. É possível, ainda, admitir que questões dessa natureza não sejam levadas em consideração ao se ajustar a equipe de operação às novas necessidades em função da adoção da automação de processos. As empresas tiveram, também, que alocar recursos à implantação de padrões internacionais de gestão da produção. Nessa reflexão sobre a aplicação do progresso das ciências às indústrias, onde, de alguma forma, é utilizado recurso da natureza, é oportuno examinar a referência à relação com a natureza feita por Marcuse (*apud* HABERMAS, 1997), que trata do impacto desse progresso para o que se pode considerar como a qualidade da vida na terra ou mesmo no universo:

O que eu quero realçar é que a ciência, *em virtude do seu próprio método* e dos seus conceitos, projetou e fomentou um universo no qual a dominação da natureza se vinculou com a dominação dos homens – vínculo que tende a afetar fatalmente este universo enquanto todo. A natureza, compreendida e dominada pela ciência, surge de novo no aparelho de produção e de destruição, que mantém e melhora a vida dos indivíduos e, ao mesmo tempo, os submete aos senhores do aparelho. Assim, a hierarquia racional funde-se com a social e, nesta situação, uma mudança na direção do progresso, que conseguisse romper este vínculo fatal, influenciaria também a própria estrutura da ciência – o projeto da ciência. Sem perder o seu caráter racional, as suas hipóteses desenvolver-se-iam num contexto experimental essencialmente diverso (no de um mundo libertado), a ciência chegaria, por conseguinte, a *conceitos* sobre a natureza *essencialmente distintos* e estabeleceria  *fatos essencialmente diferentes*. (HABERMAS, 1997, p. 50-51, grifos do autor).

Santos (2001) recorre a perguntas simples para tratar do benefício do progresso científico sobre a qualidade de vida das pessoas:

Daí também a idéia, hoje partilhada por muitos, de estarmos numa fase de transição. Daí finalmente a urgência de dar resposta a perguntas simples, elementares, inteligíveis. Uma pergunta elementar é uma pergunta que atinge o magma mais profundo da nossa perplexidade individual e coletiva com a transparência técnica de uma fisga. Foram assim as perguntas de Rousseau; terão de ser assim as nossas. Mais do que isso, duzentos e tal anos depois, as nossas perguntas continuam a ser as de Rousseau. Estamos de novo regressados à necessidade de perguntar pelas relações entre a ciência e a virtude, pelo valor do conhecimento dito ordinário ou vulgar que

nós, sujeitos individuais ou coletivos, criamos e usamos para dar sentido às nossas práticas e que a ciência teima em considerar irrelevante, ilusório e falso; e temos finalmente de perguntar pelo papel de todo o conhecimento científico acumulado no enriquecimento ou no empobrecimento prático das nossas vidas, ou seja, pelo contributo positivo ou negativo da ciência para a nossa felicidade. (SANTOS, 2001, p. 8).

Há uma questão para refletir que é a questão do vazamento de vapor. A escassez de recursos para pensar o problema e identificar os fatores que contribuem para a sua permanência cria um ciclo vicioso que gera um mal-estar com a sua permanência. Na medida em que novas demandas são geradas para os mesmos ou ainda mais reduzidos recursos, as questões de pouco impacto econômico e não imediato na rotina operacional ficam no mesmo padrão, podendo cair num ciclo que não evolui. O contexto que permite a convivência com o problema possui pontos sensíveis que podem desencadear uma crise. Restrições ao aumento do consumo de água pelo órgão ambiental podem forçar uma mudança na abordagem da questão em busca de uma legitimidade frente à autoridade competente.

## 2.2 REVISANDO O “PARADIGMA DOMINANTE”

Segundo Santos (2001) o paradigma dominante compreende a racionalidade da ciência moderna que se distingue e se protege de duas formas de conhecimento não científico: o senso comum e as chamadas humanidades ou estudos humanísticos. Sua característica fundamental é ser “[...] um modelo totalitário, na medida em que nega o caráter racional a todas as formas de conhecimento que não se pautarem pelos seus princípios epistemológicos e pelas suas regras metodológicas” (SANTOS, 2001, p. 10). A maneira dominante de organização do trabalho na indústria separa as tarefas por disciplina. É possível que esta maneira de organização tenha influência do pensamento que suporta e é suportado pela ciência moderna. A questão é tratada pela disciplina que se convencionou ser a predominante. Para ilustrar a idéia que se quer desenvolver neste ponto da reflexão sobre o paradigma da ciência moderna, pode-se recorrer à divisão usual em indústria de processamento contínuo, que separa os equipamentos em estáticos e dinâmicos. Esta forma de classificar cria uma idéia que despreza a dinâmica do equipamento dito estático e não considera a dinâmica de parte tida como estática de equipamento dito dinâmico. Uma das razões para refletir sobre essa classificação é a dinâmica imposta pela variação de temperatura dos equipamentos e que tem sido causa de muitas perdas pela não observação da liberdade necessária para a expansão térmica.

O paradigma que dirige o pensamento atual vem de uma época que considerava uma total separação entre a natureza e o ser humano. Santos (2001, p. 13) resume as idéias que influenciaram o desenvolvimento da ciência:

A natureza é tão-só extensão e movimento; é passiva, eterna e reversível, mecanismo cujos elementos se podem desmontar e depois relacionar sob a forma de leis; não tem qualquer outra qualidade ou dignidade que nos impeça de desvendar os seus mistérios, desvendamento que não é contemplativo, mas antes ativo, já que visa conhecer a natureza para a dominar e controlar. Como diz Bacon, a ciência fará da pessoa humana “o senhor e o possuidor da natureza”.

O aumento da consciência da interdependência do ser humano com a natureza, certamente, muito contribuirá para a mudança de atitude perante os recursos da natureza com reflexos na forma de tratar o uso de recursos naturais nas indústrias. Habermas (1997) vai mais longe, quando reflete sobre os rumos para a relação do homem com a natureza:

Marcuse tem em mente uma *atitude* alternativa perante a natureza mas, a partir dela, não se pode deduzir a idéia de uma nova técnica. Em vez de se tratar a natureza como objeto de uma disposição possível, poderíamos considerá-la como o interlocutor de uma possível interação. Em vez da natureza explorada, podemos buscar a natureza fraternal. Na esfera de uma intersubjetividade ainda incompleta podemos presumir subjetividade nos animais, nas plantas e até nas pedras, e *comunicar* com a natureza, em vez de nos limitarmos a trabalhá-la com rotura da comunicação. E, para dizer o mínimo que dizer se pode, essa idéia conservou um atrativo peculiar, a saber, que a subjetividade da natureza, ainda agrilhoada, não se poderá libertar antes de a comunicação dos homens entre si não estar livre da dominação. Só quando os homens comunicarem sem coação e cada um se puder reconhecer no outro, poderia o gênero humano reconhecer a natureza como um outro sujeito – e não como queria o Idealismo, reconhecê-la como o seu outro, mas, antes reconhecer-se nela como noutro sujeito. (HABERMAS, 1997, p. 52-53, grifos do autor).

Santos (2001, p. 14-15) pondera de forma crítica que um outro aspecto importante na caracterização do pensamento da ciência moderna está relacionado com o papel da matemática:

As idéias que presidem à observação e à experimentação são as idéias claras e simples a partir das quais se pode ascender a um conhecimento mais profundo e rigoroso da natureza. Essas idéias são as idéias matemáticas. A matemática fornece à ciência moderna, não só o instrumento privilegiado de análise, como também a lógica da investigação, como ainda o modelo de representação da própria estrutura da matéria [...] Deste lugar central da

matemática na ciência moderna derivam duas conseqüências principais. Em primeiro lugar, conhecer significa quantificar. O rigor científico afere-se pelo rigor das medições. As qualidades intrínsecas do objeto são, por assim dizer, desqualificadas e em seu lugar passam a imperar as quantidades em que eventualmente se podem traduzir. O que não é quantificável é cientificamente irrelevante. Em segundo lugar, o método científico assenta na redução da complexidade. O mundo é complicado e a mente humana não o pode compreender completamente. Conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou.

A reflexão que se propõe para a questão de perdas deve levar em conta a influência que tem no pensamento da ciência moderna, tanto as idéias que valorizam as características quantificáveis e desprezam as qualidades intrínsecas do objeto, como as idéias que se assentam na redução da complexidade para poder compreender o objeto.

A definição de conhecimento científico no paradigma dominante avança na construção do entendimento da base do pensamento que construiu a ciência moderna:

É um conhecimento causal que aspira à formulação de leis, à luz de regularidades observadas, com vista a prever o comportamento futuro dos fenômenos. A descoberta das leis da natureza assenta, por um lado, e como já se referiu, no isolamento das condições iniciais relevantes (por exemplo, no caso da queda dos corpos, a posição inicial e a velocidade do corpo em queda) e, por outro lado, no pressuposto de que o resultado se produzirá independentemente do lugar e do tempo em que se realizarem as condições iniciais. (SANTOS, 2001, p. 16)

Explorando, ainda, a forma como foram desenvolvidas as leis da natureza, Santos (2001, p.16-17) aborda vários aspectos no desenvolvimento da ciência moderna como o conceito de causalidade, escolhido entre os oferecidos pela física aristotélica, o desprezo do conhecimento do senso comum, a manipulação do real, sustentados pelo pressuposto de ordem e de estabilidade do mundo, e que o passado se repete no futuro:

Aristóteles distingue quatro tipos de causa: a causa material, a causa formal, a causa eficiente e a causa final. As leis da ciência moderna são um tipo de causa formal que privilegia o *como funciona* das coisas em detrimento de *qual o agente* ou *qual o fim* das coisas. É por esta via que o conhecimento científico rompe com o conhecimento do senso comum. É que, enquanto no senso comum, e portanto no conhecimento prático em que ele se traduz, a causa e a intenção convivem sem problemas, na ciência a determinação da causa formal obtém-se com a expulsão da intenção. É este tipo de causa formal que permite prever e, portanto, intervir no real e que, em última instância, permite à ciência moderna responder à pergunta sobre os

fundamentos do seu rigor e da sua verdade com o elenco dos seus êxitos na manipulação e na transformação do real.

A idéia defendida por Santos (2001), de que o pensamento científico passa por uma transição, está relacionada com leis que influenciaram o pensamento da ciência moderna, mas já não dão conta dos fenômenos que se propõe explicar. Como exemplo, pode ser tomado o mecanicismo:

Segundo a mecânica newtoniana, o mundo da matéria é uma máquina cujas operações se podem determinar exatamente por meio das leis físicas e matemáticas, um mundo estático e eterno a flutuar num espaço vazio, um mundo que o racionalismo cartesiano torna cognoscível por via da sua decomposição nos elementos que o constituem. Esta idéia de mundo máquina é de tal modo poderosa que se vai transformar na grande hipótese universal da época moderna, o mecanicismo. (SANTOS, 2001, p. 17).

A idéia de mundo estático defendida pelo mecanicismo é hoje substituída pela idéia de mundo em expansão ([http://dialogue.adventist.org/articles/10\\_1\\_groot\\_p.htm](http://dialogue.adventist.org/articles/10_1_groot_p.htm)), conforme indicam as pesquisas sobre a origem do universo.

O mecanicismo se mostrou adequado para o domínio e a transformação do real. A sua influência se deu, também, no campo social:

Daí que o prestígio de Newton e das leis simples a que reduzia toda a complexidade da ordem cósmica tenham convertido a ciência moderna no modelo de racionalidade hegemônica que a pouco e pouco transbordou do estudo da natureza para o estudo da sociedade. Tal como foi possível descobrir as leis da natureza, seria igualmente possível descobrir as leis da sociedade. (SANTOS, 2001, p. 18)

O modelo mecanicista com suas leis físicas e matemáticas que simplificam o entendimento do mundo pode influenciar o pensamento que suporta as decisões nas empresas. Decisões que levam à redução da equipe de pessoas que pensam os problemas, talvez admitindo que a sua solução não exija reflexão, só ação. Se a estrutura que tem o problema foi criada com a participação de várias pessoas com conhecimentos de várias áreas da ciência, é muito provável que a solução passe por um grau de complexidade semelhante. É importante, também, a história e o processo de aprendizado que se realiza no curso do trabalho. O modelo mecanicista aplicado no estudo das ciências sociais demonstra bem a dificuldade humana em

lidar com o complexo. Com base em estudos de Bacon, Vico e Montesquieu, precursores na formulação de leis da sociedade, a partir das leis da natureza, Santos (2001, p.18-19) acrescenta:

No século XVIII este espírito precursor é ampliado e aprofundado e o fermento intelectual que daí resulta, as luzes, vai criar as condições para a emergência das ciências sociais no século XIX. A consciência filosófica da ciência moderna, que tivera no racionalismo cartesiano e no empirismo baconiano as suas primeiras formulações, veio a condensar-se no positivismo oitocentista. Dado que, segundo este, só há duas formas de conhecimento científico – as disciplinas formais da lógica e da matemática e as ciências empíricas segundo o modelo mecanicista das ciências naturais – as ciências sociais nasceram para ser empíricas.

Todo esse processo de evolução na forma de lidar com o complexo, no caso representado pelas ciências sociais, representa bem a tendência do humano em simplificar para poder dominar. Santos (2001) distingue duas vertentes principais para analisar como o modelo mecanicista foi assumido no estudo da sociedade: a primeira aplica ao estudo da sociedade todos os princípios epistemológicos e metodológicos aplicados ao estudo da natureza desde o século XVI; a segunda defende um estatuto epistemológico e metodológico próprio para o ser humano, livre do jugo positivista. Fazendo referência à dificuldade das ciências sociais em se compatibilizarem com os critérios de cientificidade das ciências naturais, Santos (2001, p.20-21) comenta:

Os obstáculos são enormes mas não são insuperáveis. Ernest Nagel, em *The Structure of Science*, simboliza bem o esforço desenvolvido nesta variante para identificar os obstáculos e apontar as vias da sua superação. Eis alguns dos principais obstáculos: as ciências sociais não dispõem de teorias explicativas que lhes permitam abstrair do real para depois buscar nele, de modo metodologicamente controlado, a prova adequada; as ciências sociais não podem estabelecer leis universais porque os fenômenos sociais são historicamente condicionados e culturalmente determinados; as ciências sociais não podem produzir previsões fiáveis porque os seres humanos modificam o seu comportamento em função do conhecimento que sobre ele se adquire; os fenômenos sociais são de natureza subjetiva e como tal não se deixam captar pela objetividade do comportamento; as ciências sociais não são objetivas porque o cientista social não pode libertar-se no ato de observação, dos valores que informam a sua prática em geral e, portanto, também a sua prática de cientista.

Ainda com base nas idéias de Nagel, Santos (2001) menciona que a razão principal do atraso das ciências sociais, em relação às ciências naturais, está na dificuldade de superação dos obstáculos acima apontados.

A vertente que defende um estatuto próprio para as ciências sociais considera os obstáculos ao uso do método das ciências naturais intransponíveis. Santos (2001, p.22) fornece as razões:

O argumento fundamental é que a ação humana é radicalmente subjetiva. O comportamento humano, ao contrário dos fenômenos naturais, não pode ser descrito e muito menos explicado com base nas suas características exteriores e objetiváveis, uma vez que o mesmo ato externo pode corresponder a sentidos de ação muito diferentes. A ciência social será sempre uma ciência subjetiva e não objetiva como as ciências naturais; tem de compreender os fenômenos sociais a partir das atitudes mentais e do sentido que os agentes conferem às suas ações, para o que é necessário utilizar métodos de investigação e mesmo critérios epistemológicos diferentes dos correntes nas ciências naturais, métodos qualitativos em vez de quantitativos, com vista à obtenção de um conhecimento intersubjetivo, descritivo e compreensivo, em vez de um conhecimento objetivo, explicativo e nomotético.

Neste ponto da análise do ser humano, se configura para Santos (2001) que ambas as concepções de ciência social pertencem ao mesmo paradigma da ciência moderna, sendo que a segunda concepção dá sinais de crise e contém elementos de transição para um outro paradigma científico.

No ambiente da indústria do petróleo, uma maior atenção à complexidade do comportamento humano passou a ser percebida a partir da investigação de grandes perdas. Falando para operadores de refinarias em abril de 1997, sobre “O fator Humano e Segurança”, Chapellier (1997) desenvolve o tema “O fator Humano em Sistemas Complexos”. Ao distinguir o homem de um simples componente, ele destaca que, enquanto um eletroímã tem um comportamento conhecido sempre que se aplica nos seus terminais uma voltagem, “para pessoas é quase sempre semelhante, exceto que o número de variáveis que influenciam o seu comportamento é gigantesco e não são todas conhecidas e muito menos controláveis. O que é, a propósito, uma boa coisa” (CHAPELLIER, 1997, p.1). Existem, no presente momento, grandes investimentos em várias indústrias em programas de segurança operacional que focam, prioritariamente, o comportamento humano e o contexto organizacional. Está-se verificando que houve um investimento muito grande nas instalações de produção, tornando o processo produtivo muito automatizado, mais complexo e exigindo uma grande atenção à

interface do homem com o controle do processo em situações de emergência, quando a limitação do processo precisa da versatilidade humana. A esse respeito Santos (2001) diz que “a primeira observação, que não é tão trivial quanto parece, é que a identificação dos limites, das insuficiências estruturais do paradigma científico moderno é o resultado do grande avanço no conhecimento que ele propiciou. O aprofundamento do conhecimento permitiu ver a fragilidade dos pilares em que se funda” (SANTOS, 2001, p.24).

O impacto do avanço da automação no recrudescimento de perdas de vapor ou no aumento dos gastos com a correção de vazamentos pode estar relacionado com uma menor contribuição de pessoas na identificação da causa básica do problema. Um certo nível de deterioração do sistema de aquecimento com vapor é esperado. Se o nível de deterioração se apresenta elevado, há necessidade de identificação dos fatores que podem estar influenciando para o desvio. Existem duas abordagens para a importância das pessoas e para a prevenção de perdas. A primeira utiliza conceitos desenvolvidos pela JIPM (1996). “Segundo o ideograma japonês, a palavra ‘quebra/falha’ significa ‘danos provocados intencionalmente pelo homem’, ou seja, a quebra/falha ocorre devido a erros cometidos pelo homem no seu raciocínio e comportamento” (JIPM, 1996, p. 3-2). Discorrendo sobre tipos de deterioração a JIPM (1996, p.3-4) considera:

Na deterioração existem 2 tipos: a deterioração natural e a deterioração provocada. A deterioração natural refere-se àquela que mesmo utilizando de modo correto, a deterioração evolui fisicamente com o passar do tempo, reduzindo a capacidade inicial do equipamento. Por exemplo, mesmo executando a lubrificação correta no local determinado com o óleo determinado, na quantidade e periodicidade adequadas, a deterioração física prossegue. Ao contrário disso, a deterioração provocada é aquela em que a deterioração é acelerada artificialmente por não se estar fazendo as coisas estabelecidas. Por exemplo, a não realização da lubrificação no local determinado ou, apesar de reabastecer, a quantidade é insuficiente, a periodicidade é longa, ou ainda a não realização da inspeção de limpeza onde deveria ser feita etc, enfim, por não se executar as coisas que deveriam ser realizadas obviamente, acelera-se a deterioração. Deste modo, a vida útil do equipamento se torna reduzida, mais que a de um equipamento com deterioração natural.

Traduzindo a situação descrita acima para o sistema de aquecimento com vapor, um ramal de aquecimento terá uma deterioração provocada se for submetido, por longos períodos de tempo, a temperaturas diferentes daquelas para as quais foi especificado. Funcionando na faixa de temperatura para a qual foi projetado, ocorre uma deterioração natural.



A segunda abordagem explora a argumentação de Edgar Morin (1999, p. 29), em que ele caracteriza bem que a máquina construída pelo homem é menos tolerante a desordem que as máquinas naturais, ou seja, os seres vivos:

Von Neuman, na teoria dos autômatos auto-reprodutores, postulou a seguinte questão: por que será que as máquinas artificiais que construímos com materiais extremamente confiáveis, como um motor de avião a reação, são menos confiáveis em seu futuro do que as máquinas naturais – os seres vivos –, que são construídos com materiais muito pouco confiáveis, como proteínas, que se degradam rapidamente? E a resposta só pode ser que a máquina artificial não tem o poder de se auto-reparar, de se auto-transformar e mesmo de se auto-reproduzir. Mas esse poder das máquinas naturais, quer dizer, dos seres vivos, é um poder não somente de tolerar uma desordem que as máquinas artificiais não podem tolerar, mas de se alimentar dessa desordem para se regenerar.

A argumentação acima foi feita dentro do contexto que trata das idéias da auto-organização. Mais adiante, nos itens 2.4 e 4, será feita a relação destas idéias com a questão em estudo.

O modelo de racionalidade científica do paradigma dominante passou a ser questionado como resultado do próprio avanço da ciência moderna. A distinção proposta por Einstein entre simultaneidade de acontecimentos presentes no mesmo lugar e a simultaneidade de acontecimentos distantes, separados por distâncias astronômicas, é a base da sua idéia de relatividade da simultaneidade. Resulta daí que, não havendo simultaneidade universal, o tempo e o espaço absolutos de Newton deixam de existir, relativizando o rigor das leis da astrofísica. Da mesma forma, as idéias da mecânica quântica relativizaram as leis no campo da microfísica. Refletindo sobre estas idéias, Santos (2001, p. 26) identifica a crise do paradigma dominante:

[...] a hipótese do determinismo mecanicista é inviabilizada uma vez que a totalidade do real não se reduz à soma das partes em que a dividimos para observar e medir. Por último, a distinção sujeito/objecto é muito mais complexa do que à primeira vista pode parecer. A distinção perde os seus contornos dicotômicos e assume a forma de um *continuum*. (Grifo do autor).

As condições teóricas da crise do paradigma dominante descritas por Santos (2001) têm levado os cientistas a uma reflexão epistemológica sobre a sua prática científica. O interesse filosófico para problematizar a sua prática científica tem resultado num desejo muito

forte, por parte dos cientistas, de complementar o conhecimento das coisas com o conhecimento do conhecimento das coisas, ou seja, o conhecimento de si próprios.

Quando se trata de outra reflexão epistemológica, agora sobre o conteúdo do conhecimento científico, Santos (2001, p. 32) considera que “o conhecimento científico moderno é um conhecimento desencantado e triste que transforma a natureza num autômato, ou, como diz Prigogine, num interlocutor terrivelmente estúpido”. Mais adiante, Santos (2001, p. 32-33) detalha mais a sua percepção da fragilidade do paradigma dominante no trato com a natureza:

É, em suma e finalmente, uma forma de rigor que, ao afirmar a personalidade do cientista, destrói a personalidade da natureza. Nestes termos, o conhecimento ganha em rigor o que perde em riqueza e a retumbância dos êxitos da intervenção tecnológica esconde os limites da nossa compreensão do mundo e reprime a pergunta pelo valor humano do afã científico assim concebido. Esta pergunta está, no entanto, inscrita na própria relação sujeito/objeto que preside à ciência moderna, uma relação que interioriza o sujeito à custa da exteriorização do objeto, tornando-os estanques e incomunicáveis.

A crescente especialização da ciência, segundo Santos (2001), avança com a progressiva parcelização do objeto. O conhecimento assim adquirido tem se mostrado com caráter distorcido, face à limitação resultante da irredutibilidade das totalidades orgânicas e inorgânicas às partes que as constituem. Santos (2001, p. 34) fornece as razões: “Os objetos têm fronteiras cada vez menos definidas; são constituídos por anéis que se entrecruzam em teias complexas com os dos restantes objetos, a tal ponto que os objetos em si são menos reais que as relações entre eles”.

A crise do paradigma dominante tem, também, as suas dimensões sociais. A análise descrita por Santos (2001) considera que a ideologia espontânea dos cientistas, que por muito tempo foi constituída pela autonomia da ciência e pelo desinteresse do conhecimento científico, deixou de existir com o fenómeno global da industrialização da ciência, a partir das décadas de trinta e quarenta, quando as prioridades científicas passaram a depender dos centros de poder econômico, social e político.

Santos (2001) fecha a sua análise da crise do paradigma dominante, considerando-a como o retrato de uma família intelectual numerosa e instável que se despede de conceitos não mais convincentes em busca de conhecimento para uma vida melhor.

De tudo que foi visto na abordagem dos conceitos relacionados ao paradigma dominante de Santos (2001), pode-se pressupor que o modelo de abordagem da questão do

vazamento de vapor em sistema de vapor traçado da refinaria tenha algumas fragilidades que guardem uma relação com as idéias de domínio sobre os recursos da natureza. O resgate da dignidade da natureza, a partir de reflexões críticas guiadas pelos conceitos do paradigma da ciência moderna poderá influenciar a adoção de pequenas ações como, por exemplo, uma nova abordagem para a questão do vazamento de vapor em sistema de vapor traçado na refinaria em referência. Os diversos impactos ambientais associados com a perda de vapor por vazamentos vão desde o consumo adicional de água de fontes naturais e de energia, passam pelo aumento da temperatura e da pressão sonora do ambiente e pelo aumento da carga de efluentes líquidos a tratar até o descarte de lodo químico resultante do tratamento da água de reposição para a produção de vapor.

### 2.3 PRINCÍPIOS DO “PARADIGMA EMERGENTE”

Os conceitos explorados até aqui para refletir a falta de compreensão dos fatores relacionados à questão do vazamento em sistema de vapor traçado seguiram o caminho teórico do paradigma dominante e dos sinais de sua crise (SANTOS, 2001). A seguir, será examinada a abordagem de Santos (2001) para o que ele denomina de “paradigma emergente”. As idéias que caracterizam o período da ciência que está começando estão fundadas numa nova relação com a natureza. A sociedade deverá demonstrar um novo comportamento perante a natureza, através de uma nova postura na conversão tecnológica dos conhecimentos acumulados. Esta tendência é descrita por Santos (2001, p.36-37):

A configuração do paradigma que se anuncia no horizonte só pode obter-se por via especulativa. Uma especulação fundada nos sinais que a crise do paradigma atual emite mas nunca por eles determinada. Aliás, como diz René Poirier e antes dele disseram Hegel e Heidegger, “a coerência global das nossas verdades físicas e metafísicas só se conhece retrospectivamente”. Por isso, ao falarmos do futuro, mesmo que seja de um futuro que já nos sentimos a percorrer, o que dele dissermos é sempre o produto de uma síntese pessoal embebida na imaginação, no meu caso na imaginação sociológica. Não espanta, pois, que ainda que com alguns pontos de convergência, sejam diferentes as sínteses até agora apresentadas [...] Eu falarei, por agora, do paradigma de um conhecimento prudente para uma vida decente. Com esta designação quero significar que a natureza da revolução científica que atravessamos é estruturalmente diferente da que ocorreu no século XVI. Sendo uma revolução científica que ocorre numa sociedade ela própria revolucionada pela ciência, o paradigma a emergir dela não pode ser apenas um paradigma científico (o paradigma de um conhecimento prudente), tem de ser também um paradigma social (o paradigma de uma vida decente).

Santos (2001) prossegue o desenvolvimento teórico do paradigma emergente, utilizando um conjunto de quatro teses, cada uma seguida de justificação. A primeira delas diz que “todo o conhecimento científico-natural é científico-social” (SANTOS, 2001, p. 37), e justifica:

A distinção dicotômica entre ciências naturais e ciências sociais deixou de ter sentido e utilidade. Esta distinção assenta numa concepção mecanicista da matéria e da natureza a que contrapõe, com pressuposta evidência, os conceitos de ser humano, cultura e sociedade. Os avanços recentes da física e da biologia põem em causa a distinção entre o orgânico e o inorgânico, entre seres vivos e matéria inerte e mesmo entre o humano e não humano. As características da auto-organização, do metabolismo e da auto-reprodução, antes consideradas específicas dos seres vivos, são hoje atribuídas aos sistemas pré-celulares de moléculas.

A forma como a JIPM (1997) descreve a utilização da ferramenta gerencial conhecida internacionalmente pela sigla TPM (Total Productive Maintenance) na refinaria japonesa de Chiba (Chiba Refinery), a primeira da Companhia Idemitsu Kosan a ter a TPM implantada, pode ser assumida como uma não distinção dicotômica entre ciências naturais e ciências sociais referida por Santos (2001). O equipamento é referido como fazendo parte de um círculo de pessoas:

Todas as atividades devem ser sistematizadas e executadas cooperativamente de forma a criar um sistema no qual cada um e todo empregado trabalhe com um objetivo único e comum. Este é um dos objetivos do TPM. Cada um deve assimilar o significado real de TPM. Estas atividades, no final, criam um círculo de pessoas incluindo o equipamento. Esta idéia foi disseminada por toda a refinaria, reduzindo em consequência disto a ocorrência de problema. (JIPM, 1997, p. 26).

Quando se desenvolve um processo de trabalho que inclui o equipamento, entende-se que será necessário um comportamento das pessoas da equipe que permita explorar as indicações do estado geral do equipamento. Entende-se como estado geral do equipamento o conjunto de informações obtidas utilizando-se as várias formas de percepção humana. Com a utilização de pelo menos quatro dos cinco sentidos da percepção humana, quais sejam, a visão, o tato, a audição e o olfato, pode-se obter informações preciosas do estado geral do equipamento, como por exemplo, vazamentos de líquidos ou vapores condensáveis, corrosão (visão); alteração de temperatura, vibração anormal (tato), ruído anormal (audição) e

vazamentos de gases não condensáveis (olfato), tudo isto constituindo o que se pode considerar o estado geral do equipamento, e adotar ações, se necessárias.

É amplamente conhecido que a maneira como o japonês trata as instalações de produção leva a níveis elevados de confiabilidade. E a forma da JIPM (1997) tratar o equipamento referido sinaliza um alinhamento com as idéias do paradigma emergente:

O conhecimento do paradigma emergente tende assim a ser um conhecimento não dualista, um conhecimento que se funda na superação das distinções tão familiares e óbvias que até há pouco considerávamos insubstituíveis, tais como natureza/cultura, natural/artificial, vivo/inanimado, mente/matéria, observador/observado, subjetivo/objetivo, coletivo/individual, animal/pessoa. Este relativo colapso das distinções dicotômicas repercute-se nas disciplinas científicas que sobre elas se fundaram. (SANTOS, 2001, p. 39-40).

Dentro de um propósito de mudança na forma de relacionamento com as instalações de produção, admite-se propor o desenvolvimento de empatia com as instalações como forma de perceber a evolução de algum distúrbio que resulte num mau funcionamento da instalação. Discorrendo ainda sobre a superação da dicotomia ciências naturais/ciências sociais, Santos (2001, p. 44-45) menciona:

Não há natureza humana porque toda a natureza é humana. É pois necessário descobrir categorias de inteligibilidade globais, conceitos quentes que derretam as fronteiras em que a ciência moderna dividiu e encerrou a realidade. A ciência pós-moderna é uma ciência assumidamente analógica que conhece o que conhece pior através do que conhece melhor. Já mencionei a analogia textual e julgo que tanto a analogia lúdica como a analogia dramática, como ainda a analogia biográfica, figurarão entre as categorias matriciais do paradigma emergente: o mundo, que hoje é natural ou social e amanhã será ambos, visto como um texto, como um jogo, como um palco ou ainda como uma autobiografia [...] Não virá longe o dia em que a física das partículas nos fale do jogo entre as partículas, ou a biologia nos fale do teatro molecular ou a astrofísica do texto celestial, ou ainda a química da biografia das reações químicas. Cada uma destas analogias desvela uma ponta do mundo. A nudez total, que será sempre a de quem se vê no que vê, resultará das configurações de analogias que soubermos imaginar: afinal, o jogo pressupõe um palco, o palco exercita-se com um texto e o texto é a autobiografia do seu autor. Jogo, palco, texto ou biografia, o mundo é comunicação e por isso a lógica existencial da ciência pós-moderna é promover a “situação comunicativa” tal como Habermas a concebe.

O exame do que Santos (2001) projeta para o mundo da “situação comunicativa” pode ser entendido, na reflexão sobre o vazamento de vapor em sistema de vapor traçado, como a

necessidade de um maior entendimento do que os desvios de funcionamento possam estar comunicando.

Ao discorrer sobre o conceito de interações e intertextualidades organizadas em torno de projetos locais de conhecimento indiviso dentro da sua segunda tese “todo o conhecimento é local e total”, o que Santos (2001, p. 46) fala pode ser assumido como aspectos comuns em organizações estruturadas por disciplina, onde uma pessoa protege o seu *espaço* para que outra não penetre (grifo próprio):

Na ciência moderna o conhecimento avança pela especialização. O conhecimento é tanto mais rigoroso quanto mais restrito é o objeto sobre que incide. Nisso reside, aliás, o que hoje se reconhece ser o dilema básico da ciência moderna: o seu rigor aumenta na proporção direta da arbitrariedade com que espartilha o real. Sendo um conhecimento disciplinar, tende a ser um conhecimento disciplinado, isto é segrega uma organização do saber orientada para policiar as fronteiras entre as disciplinas e reprimir os que as quiserem transpor.

Avançando na descrição das idéias que caracterizam o “paradigma dominante”, Santos (2001, p. 46-47) menciona as conseqüências da “parcelização e disciplinarização do saber científico” em vários campos de delimitação da atuação profissional:

É hoje reconhecido que a excessiva parcelização e disciplinarização do saber científico faz do cientista um ignorante especializado e que isso acarreta efeitos negativos. Esses efeitos são sobretudo visíveis no domínio das ciências aplicadas. As tecnologias preocupam-se hoje com o seu impacto destrutivo nos ecossistemas; a medicina verifica que a hiperespecialização do saber médico transformou o doente numa quadrícula sem sentido quando, de fato, nunca estamos doentes senão em geral; a farmácia descobre o lado destrutivo dos medicamentos, tanto mais destrutivos quanto mais específicos, e procura uma nova lógica de combinação química atenta aos equilíbrios orgânicos; o direito, que reduziu a complexidade da vida jurídica à *secura* da dogmática, redescobre o mundo filosófico e sociológico em busca da prudência perdida; a economia, que legitimara o reducionismo quantitativo e tecnocrático com o pretendido êxito das previsões econômicas, é forçada a reconhecer, perante a pobreza dos resultados, que a qualidade humana e sociológica dos agentes e processos econômicos entra pela janela depois de ter sido expulsa pela porta; para grangear o reconhecimento dos utentes (que, públicos ou privados, institucionais ou individuais, sempre estiveram numa posição de poder em relação aos analisados) a psicologia aplicada privilegiou instrumentos expeditos e facilmente manuseáveis, como sejam os testes, que reduziram a riqueza da personalidade às exigências funcionais de instituições unidimensionais.

Ao contrário do paradigma dominante, onde o modelo mental privilegia a parcelização do conhecimento, conforme bem exemplifica Santos (2001), no texto acima, a respeito das ciências aplicadas, em que cada área políca as suas fronteiras e reprime as que tentam transpor, o paradigma emergente inclui a idéia de que “todo conhecimento é local e total”, ou seja, o vazamento de vapor sendo visto como um dos “[...] temas que em dado momento são adotados por grupos sociais concretos como projetos de vida locais” (SANTOS, 2001, p. 47).

Na forma de abordagem vigente para o problema em estudo, um vazamento de vapor é visto como uma oportunidade de atuação de uma equipe de manutenção específica. A atuação desta equipe é medida pela rapidez com que estanca o vazamento. As causas, na maioria das vezes, não são investigadas, e o vazamento reaparece.

Se o vazamento de vapor é tratado como um problema da manutenção e resulta numa solução pouco duradoura, pode estar aí uma indicação do paradigma e dos interesses já estabelecidos. “Os males desta parcelização do conhecimento e do reducionismo arbitrário que transporta consigo são hoje reconhecidos, mas as medidas propostas para os corrigir acabam em geral por os reproduzir sob outra forma” (SANTOS, 2001, p. 47). O texto a seguir, de Edgard de Assis Carvalho (1999), embora num contexto amplo, propõe novas visões de mundo numa direção que pode ser vista como alinhada com a proposta de Santos (2001), com o seu “paradigma emergente”, e se constitui num reforço para reflexão sobre mudança de paradigma:

Já é visível que os ideais de justiça, igualdade e fraternização parecem ser os objetivos planetários neste final de século. Esse horizonte, ainda distante, envolve a virtude cívica, a liberdade de opinião, a cidadania geral irrestrita, um conjunto orgânico de valores que religa, cada vez mais, pessoas, grupos e até intelectuais identificados pela necessidade de uma refundação antropológica, capaz de alterar percepções, maneiras de pensar, valores, e instaurar a síntese em lugar da análise, a cooperação em lugar da competição, a sabedoria intuitiva em lugar do conhecimento racional, a conservação em lugar da expansão, o indeterminado em lugar do determinado e do causal. (CARVALHO, 1999, p. 112).

A referência a seguir à forma como o paradigma da ciência pós-moderna, na visão de Santos (2001), trata o conhecimento, fornece elementos que podem contribuir para a reflexão sobre a maneira de tratar a questão do vazamento em estudo:

A fragmentação pós-moderna não é disciplinar e sim temática. Os temas são galerias por onde os conhecimentos progridem ao encontro uns dos outros. Ao contrário do que sucede no paradigma atual, o conhecimento avança à

medida que o seu objeto se amplia, ampliação que, como a da árvore, procede pela diferenciação e pelo alastramento das raízes em busca de novas e mais variadas interfaces. (SANTOS, p. 47-48).

O problema em estudo, o vazamento de vapor, apresenta peculiaridades e características locais. Nos parques de armazenamento de produtos que congelam à temperatura ambiente, é comum o vazamento provocado como forma de estabelecer o fluxo de vapor em ramais bloqueados, seja por falha do purgador, represamento do coletor de condensado ou por outra razão. Em unidades de processo, é mais comum o vazamento por falha de conexões do sistema de distribuição de vapor. O modo como é definido o conhecimento no paradigma emergente sugere uma maior adequação na integração das informações e do método para cada área objeto de ação para resolver o problema do vazamento de vapor. É oportuno examinar a abordagem seguinte:

O conhecimento pós-moderno, sendo total, não é determinístico, sendo local, não é descritivista. É um conhecimento sobre as condições de possibilidade. As condições de possibilidade da ação humana projetada no mundo a partir de um espaço-tempo local. Um conhecimento deste tipo é relativamente imetódico, constitui-se a partir de uma pluralidade metodológica. Cada método é uma linguagem e a realidade responde na língua em que é perguntada. Só uma constelação de métodos pode captar o silêncio que persiste entre cada língua que pergunta. Numa fase de revolução científica como a que atravessamos, essa pluralidade de métodos só é possível mediante transgressão metodológica. Sendo certo que cada método só esclarece o que lhe convém e quando esclarece fá-lo sem surpresas de maior, a inovação científica consiste em inventar contextos persuasivos que conduzam à aplicação dos métodos fora do seu habitat natural. (SANTOS, 2001, p. 48-49).

A abordagem acima reforça a idéia de que os atores locais devem participar do processo de correção do vazamento de vapor a partir de uma visão temática, local e total em conformidade com os conceitos do paradigma emergente.

Prosseguindo no exame de como as idéias associadas aos conceitos do paradigma emergente podem ajudar a entender a complexidade do problema que está sendo designado por vazamento de vapor, é oportuno explorar a terceira característica - “todo o conhecimento é autoconhecimento” - na visão de Santos (2001), do conhecimento científico no paradigma emergente, no sentido de um reposicionamento das pessoas envolvidas com o problema na relação sujeito/objeto:



Os avanços da microfísica, da astrofísica e da biologia das últimas décadas restituíram à natureza as propriedades de que a ciência moderna a expropriara. O aprofundamento do conhecimento conduzido segundo a matriz materialista veio a desembocar num conhecimento idealista. A nova dignidade da natureza mais se consolidou quando se verificou que o desenvolvimento tecnológico desordenado nos tinha separado da natureza em vez de nos unir a ela e que a exploração da natureza tinha sido o veículo da exploração do homem. O desconforto que a distinção sujeito/objeto sempre tinha provocado nas ciências sociais propagava-se assim às ciências naturais. (SANTOS, 2001, p. 51-52).

Um exemplo pode ser visto na forma como é contornada uma das conseqüências do vazamento de vapor, que é a necessidade de uma maior reposição de “água de caldeira”: a água que deve atender a várias exigências de especificação do processo de produção de vapor, captando, na natureza, uma maior quantidade de “água doce”, ou seja, a água antes dos tratamentos para o seu uso industrial. É sabido que há custos sociais, ambientais, éticos e econômicos associados à solução adotada, e que a natureza acaba, de alguma forma, cobrando o preço. Os conceitos do paradigma emergente ajudam a visualizar a necessidade de mudança na forma de pensar e agir na relação com o problema em estudo, pela forma como sinaliza, pela eliminação da distinção natureza/ser humano. A área que cuida dos compromissos assumidos pela unidade de negócio perante o órgão ambiental pode ainda não estar percebendo a ameaça que constitui o vazamento de vapor para o atendimento ao valor outorgado pelo órgão ambiental para utilização de água de mananciais disponíveis. Conforme estabelece a legislação para uso de recursos hídricos ([www.cra.ba.gov.br](http://www.cra.ba.gov.br)), por ocasião da renovação do período de outorga, é feita uma reavaliação das prioridades de uso da água do manancial que se pretende explorar. O uso industrial está numa prioridade abaixo do uso para o abastecimento de comunidades e dessedentação de animais, o que pode levar a uma prioridade de outorga menor diante de aumento da necessidade de uso para atender outras prioridades.

A visão de mundo proposta pelo paradigma emergente (SANTOS, 2001, p. 53-54) nos remete a uma reflexão sobre a forma de aplicação do conhecimento:

No paradigma emergente, o caráter autobiográfico e auto-referenciável da ciência é plenamente assumido. A ciência moderna legou-nos um conhecimento funcional do mundo que alargou extraordinariamente as nossas perspectivas de sobrevivência. Hoje não se trata tanto de sobreviver como de saber viver. Para isso é necessária uma outra forma de conhecimento, um conhecimento compreensivo e íntimo que não nos separe e antes nos una pessoalmente ao que estudamos. A incerteza do conhecimento, que a ciência moderna sempre viu como limitação técnica

destinada a sucessivas superações, transformou-se na chave do entendimento de um mundo que mais do que controlado tem de ser contemplado. Não se trata do espanto medieval perante uma realidade hostil possuída do sopro da divindade, mas antes da prudência perante um mundo que apesar de domesticado, nos mostra cada dia a precariedade do sentido da nossa vida por mais segura que esteja ao nível da sobrevivência. A ciência do paradigma emergente é mais contemplativa do que ativa. A qualidade do conhecimento afere-se menos pelo que ele controla ou faz funcionar no mundo exterior do que pela satisfação pessoal que dá a quem a ele acede e o partilha.

A quarta e última característica da ciência pós-moderna fortalece uma crença que é muito defendida na solução de problemas complexos, que é a necessidade de participação de todas as pessoas que, de alguma forma, são afetadas pela situação que se quer mudar. Para que a participação seja efetiva, é necessário o compartilhamento das informações que cada pessoa tenha da situação, com os demais membros do grupo. Esta prática, certamente, está alinhada com a quarta tese do paradigma emergente, “todo o conhecimento científico visa constituir-se em senso comum”, conforme os argumentos a seguir:

A ciência moderna construiu-se contra o senso comum que considerou superficial, ilusório e falso. A ciência pós-moderna procura reabilitar o senso comum por reconhecer nesta forma de conhecimento algumas virtualidades para enriquecer a nossa relação com o mundo. É certo que o conhecimento do senso comum tende a ser um conhecimento mistificado e mistificador mas, apesar disso e apesar de ser conservador, tem uma dimensão utópica e libertadora que pode ser ampliada através do diálogo com o conhecimento científico. Essa dimensão aflora em algumas das características do conhecimento do senso comum. (SANTOS, 2001, p. 56).

A referência a seguir reforça a idéia de que a utilização do senso comum requer prudência:

Deixado a si mesmo, o senso comum é conservador e pode legitimar prepotências, mas interpenetrado pelo conhecimento científico pode estar na origem de uma nova racionalidade. Uma racionalidade feita de racionalidades. Para que esta configuração de conhecimentos ocorra é necessário inverter a ruptura epistemológica. Na ciência moderna a ruptura epistemológica simboliza o salto qualitativo do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico; na ciência pós-moderna o salto mais importante é o que é dado do conhecimento científico para o conhecimento do senso comum. O conhecimento científico pós-moderno só se realiza enquanto tal na medida em que se converte em senso comum. Só assim será uma ciência clara que cumpre a sentença de Wittgenstein, “tudo o que se deixa dizer deixa-se dizer claramente”. Só assim será uma ciência transparente que faz justiça ao desejo de Nietzsche ao dizer que “todo o

comércio entre os homens visa que cada um possa ler na alma do outro, e a língua comum é a expressão sonora dessa alma comum”. (SANTOS, 2001, p. 57).

Ainda na linha da prudência em relação ao entendimento do senso comum dentro do paradigma emergente, Santos (2001, p.57-58) acrescenta:

A ciência pós-moderna, ao sensocomunizar-se, não despreza o conhecimento que produz tecnologia, mas entende que, tal como o conhecimento se deve traduzir em autoconhecimento, o desenvolvimento tecnológico deve traduzir-se em sabedoria de vida. É esta que assinala os marcos da prudência à nossa aventura científica. A prudência é a insegurança assumida e controlada. Tal como Descartes, no limiar da ciência moderna, exerceu a dúvida em vez de a sofrer, nós, no limiar da ciência pós-moderna, devemos exercer a insegurança em vez de a sofrer.

Para finalizar, a exploração dos conceitos do paradigma emergente na reflexão sobre a falta de compreensão dos fatores relacionados ao problema do vazamento em sistema de vapor traçado, a fala seguinte de Santos (2001, p. 58) reflete a insegurança e as incertezas que acompanham o processo de mudança de paradigma:

Na fase de transição e de revolução científica, esta insegurança resulta ainda do fato de a nossa reflexão epistemológica ser muito mais avançada e sofisticada que a nossa prática científica. Nenhum de nós pode neste momento visualizar projetos concretos de investigação que correspondam inteiramente ao paradigma emergente que aqui delineei. E isso é assim precisamente por estarmos numa fase de transição. Duvidamos suficientemente do passado para imaginarmos o futuro, mas vivemos demasiadamente o presente para podermos realizar nele o futuro. Estamos divididos, fragmentados. Sabemo-nos a caminho mas não exatamente onde estamos na jornada. A condição epistemológica da ciência repercute-se na condição existencial dos cientistas. Afinal, se todo o conhecimento é autoconhecimento, também todo desconhecimento é autodesconhecimento.

Diante das considerações acima, do autor consultado, apesar de seu caráter ainda em construção e em discussão, vale ressaltar que a reflexão levada a efeito neste trabalho arrisca uma interpretação de como seria a abordagem do problema em estudo na realidade do paradigma emergente (SANTOS, 2001).

## 2.4 CONCEITO DE COMPLEXIDADE

Citando Holland, Demo (2002) utiliza a idéia de sistema adaptativo complexo (*complex adaptative system*) para trazer, à discussão, o conceito de caos estruturado associado a duas idéias: “fenômeno ao mesmo tempo *caótico e estruturado*”. É caótico por apresentar dinâmica não linear e características de ambigüidade e ambivalência. É estruturado por constituir um sistema.

Demo (2002), no desenvolvimento do conceito de complexidade, aplicado à realidade e ao conhecimento, considera a existência de, pelo menos, sete características: é dinâmica, é não-linear, é reconstrutiva, é processo dialético evolutivo, é irreversível, predomina intensidade e tem ambigüidade/ambivalência.

Aqui, será utilizada a estrutura de complexidade aplicada à realidade e ao conhecimento, conforme a abordagem de Demo (2002), para explorar os fatores associados à questão do vazamento em sistema de vapor traçado. À medida que é desenvolvida cada uma das sete características, é feita uma correlação com o que se percebe equivalente na realidade do vazamento no sistema em estudo.

Demo (2002) utiliza o conceito de “estruturas dissipativas” de Prigogine para descrever a característica dinâmica de fenômenos complexos. Ainda que esta estrutura possa apresentar componentes imprevisíveis e incontroláveis, há de se reconhecer que o sistema de aquecimento com vapor sofre influência da variação climática, tanto ao longo do dia, quanto ao longo do ano. Os ciclos térmicos associados às variações climáticas impõem uma dinâmica ao sistema em referência.

Demo (2002), ao tratar da segunda característica de complexidade, a não linearidade, distingue totalidades complicadas e totalidades complexas:

Totalidades complicadas, por mais sofisticadas, não detêm nada mais do que as partes, acrescida a propriedade de organização delas. Ao decompor o avião em partes, só temos as partes. E, partindo das partes, é possível refazer o avião, desde que cada qual, primeiro, esteja em seu devido lugar e, segundo, componha todo o sistema. Ao refazer o avião com base em suas partes, teremos, como regra, o mesmo avião. Em totalidades complexas, a decomposição das partes desconstrói o todo, de tal sorte que é impraticável, a partir das partes, refazer o mesmo todo. Ao cortar, por exemplo, o corpo humano em suas partes, primeiro, já não temos corpo e, segundo, a partir das partes não podemos refazer o mesmo corpo anterior. (DEMO, 2002, p.16).

Caberia, aqui, à luz da não-linearidade de totalidades complexas, examinar onde a questão do vazamento em sistema de vapor traçado se aproxima do conceito de

complexidade. Pela via da sua engenharia de construção, o sistema de aquecimento com vapor pode ser visto como uma totalidade linear. Pela via da sua engenharia de processo, onde a interface com as pessoas torna-se relevante, há um viés de totalidade complexa, uma vez que a forma de agir de cada operador sobre ele é não linear e, conseqüentemente, difícil de prever. Por essa via, o enfoque ao problema do vazamento de vapor mudaria para uma oportunidade de exercer a criatividade e integrar todas as áreas que, de alguma maneira, são afetadas pelas perdas de vapor dentro de um contexto que Demo (2002, p.17) define muito bem:

Temos a tendência de assumir a noção de “resolver problemas” como a proposta de nos livrarmos deles. Segue daí que o ideal seria situação sem problemas, marcada pela rotina tranqüila de todos os dias, um após o outro. Olhando bem, não há problema maior do que não ter nenhum: só realidades mortas, se existissem, seriam assim. Resolver problemas significaria, primeiro, não cultivar aqueles inúteis, insolúveis, irrelevantes e, segundo, fomentar aqueles criativos, que nos abrem potencialidades de horizontes novos, nos energizam e motivam, nos desafiam e fazem sempre aprender. Tem sido bisonhamente linear nossa visão de “resolver problemas”, porque os reduzimos a horizontes extensos e cumulativos, deixando de perceber a usina complexa da vida. O preço da autonomia é viver perigosamente.

Discorrendo sobre a terceira característica da complexidade, a de ser reconstrutiva, Demo (2002, p.17) diz que “em seu processo de ser, a complexidade permanece a mesma, mudando sempre”. O ser humano é uma totalidade complexa. O ser humano continua ser humano, mas mudando à medida que se reproduz. Mais adiante, ele acrescenta: “vidas não é matéria nova, mas modo novo de organização da matéria. Em todo ser vivo novo, reencontramos os mesmos elementos...” (DEMO, 2002, p.18). Partindo desse raciocínio ele amplia o campo da complexidade:

Esse modo de ver levou Prigogine, entre outros, a vislumbrar na natureza potencialidades criativas que antes divisávamos apenas em seres humanos. Por isso, reinventou a **dialética da natureza**, noção já pronunciada por Engels (companheiro de Marx) no século XIX, mas relegada pela Escola de Frankfurt, pois esta considerava dialético apenas o fenômeno histórico humano. A natureza não é vista somente como usina sistêmica replicativa, mas também como caldeirão dinâmico caótico e criativo, capaz de efetivar e, sobretudo, de criar potencialidades irreversíveis. (DEMO, 2002, p. 18, grifo do autor citado).

Não cabe, aqui, querer considerar que o sistema de aquecimento com vapor se reconstrói, mas tão somente que o vazamento é uma reconstrução. Como já foi referido antes,

através do vazamento, o sistema busca sua auto-(des)organização. A dinâmica reconstrutiva, vista de forma mais ampla na natureza, está bem descrita por Demo (2002, p.21-22, grifo do autor citado):

A natureza, a não ser em seus códigos formais, jamais se repete. É nisso tipicamente **produtiva**. O ritmo temporal varia enormemente caso a caso. Como bem anotou De Landa, ao interpretar “mil anos de história não linear” com base em categorias geológicas, a dinâmica reconstrutiva pode ser vislumbrada não apenas em fenômenos que nos parecem frontalmente históricos, como seriam as sociedades humanas, mas igualmente em fenômenos geológicos e naturais: a pedra não se move na dimensão humana do tempo, já que 70 anos representam, para esta, a vida toda; pareceria esdrúxulo falar de dialética da pedra; no entanto, em sua dimensão própria de tempo – milhões e milhões de anos -, move-se tanto quanto a flor que desabrocha e fenece em alguns dias. Por isso, De Landa realizou a idéia surpreendente de interpretar a dinâmica social dos últimos mil anos, não pela via da hermenêutica comum, mas pela da geologia, para mostrar que, em termos de dinâmica não linear, uma nada deve à outra.

A quarta característica da complexidade, o processo dialético evolutivo, discute a “inteligência artificial”, se a tecnologia é capaz de dispensar processos evolutivos (DEMO, 2002). Embora Demo (2002) considere imprópria a aplicação do conceito de complexidade às máquinas criadas pelo homem, já que o computador não aprende porque não sabe errar, conforme Penrose (*apud* Demo, 2002), ele recorre, agora, a Prigogine, que defende a hipótese de que a natureza aprende:

[...] características consideradas humanas, como a criatividade, poderiam ser aplicadas à natureza como tal. O rebuliço que causou essa idéia foi incrível. Continua dura polêmica e é apenas nesse sentido que a tomo aqui. Ao fundo está a tese de que já não se pode pretender destaque exclusivo para o ser humano na evolução da natureza. A noção de “rei da natureza” está definitivamente caduca, até porque, como todo rei que se preza, tende a destruir seus súditos, em vez de armar modos de convivência elegante. Ao lado dessa tese, existe outra que sinaliza poder existir aprendizagem sem níveis mais elevados de consciência reflexa. (DEMO, 2002, p. 23-24).

Existem acessórios nos sistema de aquecimento com vapor cujas partes sugerem o desenvolvimento de uma memória própria. A troca de uma das partes do acessório pode resultar numa falha prematura, como se houvesse uma “rejeição ao transplante”. Às vezes, a falha prematura pode estar relacionada com níveis de dureza superficial diferente, desenvolvida com o tempo de operação. A esse respeito, pode-se ainda recorrer a Demo (2002, p.24):

Talvez a idéia mais palatável seja ainda a evolucionária: os níveis reflexos de consciência no ser humano representam apenas estágios mais avançados de fenômeno que seria comum à própria natureza. Faz parte das potencialidades insondáveis da realidade intrinsecamente complexa e criativa, assim como a própria vida: não foi “criada”, reconstrói-se.

A quinta característica da complexidade, ser irreversível, é tomada numa abordagem temporal (DEMO, 2002, p.24-25), onde nada se repete, qualquer depois é diferente do antes:

Como típica unidade de contrários, o tempo é produtivo e desgastante, avança, mas não tem lugar certo para chegar, vai para a frente, mas não tem ponto final, não pode retroceder, mas seu futuro depende muito do passado. Por isso, diz a dialética que a gênese histórica não é apenas conotação, é sobretudo também explicação dos fenômenos.

Esta característica da complexidade está no sistema de aquecimento com vapor, suas condições se alteram sempre e de forma irreversível. É importante o entendimento de que há um processo de envelhecimento e um espaço para este envelhecimento, findo o qual há necessidade de intervenção no sistema para restabelecer o processo produtivo. O desgaste associado com o tempo pode ser decorrente de fenômenos como a erosão que remove material da superfície onde há incidência de vapor com partículas líquidas em alta velocidade, a alteração metalúrgica dos materiais dos componentes do sistema de vapor devido à agressividade da atmosfera industrial a que estão expostos os referidos componentes.

A sexta característica refere-se à intensidade de fenômenos complexos. A compreensão desta característica pode ser obtida do seguinte texto:

A questão da intensidade dos fenômenos complexos está na raiz do que se tem chamado de **pesquisa qualitativa**, que busca ir além de indicadores empíricos mensuráveis diretamente. Sem conotar, de modo algum, qualquer dicotomia entre quantidade e qualidade, a intensidade busca captar dimensões de maior profundidade, como seria, por exemplo, a problemática da participação, para além da simples filiação no associativismo. Os levantamentos empíricos estatísticos ligam-se em indicadores quantitativos, como é filiação. Entretanto, estar filiado e participar da associação de modo militante, envolvente e presente são processos muito diversos. Essa intensidade é que interessa, mas o método de captação é inapropriado parcialmente. Para chegar à militância do associado, mister se faz usar outros procedimentos, como questionários abertos, depoimentos de profundidade, diálogos e dinâmicas de grupo que permitem descer à profundidade das vivências subjetivas e particulares. (DEMO, 2002, p. 27, grifo do autor citado).

A intensidade no processo de eliminação de perda de vapor deve buscar maior profundidade na investigação dos fatores que contribuem para a permanência da perda. O programa de eliminação de vazamentos de vapor pode ser avaliado pela quantidade de vazamentos eliminados por mês, ou ainda pelo intervalo de tempo entre o cadastramento do vazamento e o seu reparo. Mas, isto não fornece dimensões de maior profundidade como o que teria originado o vazamento e que ações seriam necessárias para prevenir que o vazamento reapareça antes do prazo que se considera razoável.

A sétima característica apontada por Demo (2002) para fenômenos complexos diz respeito à ambigüidade/ambivalência. “A ambigüidade se refere à estrutura, no sentido da composição também desconhecida de seus componentes, típica da “unidade de contrários”. Com isso salvaguarda-se a dialética de algo que é, ao mesmo tempo, relativamente unitário (forma um todo) e naturalmente aberto (ultrapassa seus limites)” (DEMO, 2002, p. 28, grifo do autor). O sistema de aquecimento com vapor, em sendo sistema, forma um todo, mas aceita, sem oferecer dificuldades imediatas, que se ultrapasse os seus limites, na medida em que novos ramais podem ser inseridos ou ramais existentes podem ser suprimidos. A maneira como é construído, sob o isolamento da tubulação que está a aquecer, confere características caóticas. Oferece muita dificuldade para ser entendido por onde está-se encaminhando escondido, sob o isolamento nos locais onde a tubulação tem derivação, isto é, uma outra tubulação inicia ou termina nesta. “A ambivalência refere-se à processualidade dos fenômenos complexos, mais facilmente visível porque vinculada a seus modos de vir a ser. Algo é ambivalente quando a dinâmica é constituída de valores contrários, estabelecendo-se entre eles campos contrários de força” (DEMO, 2002, p. 30). A ambivalência está presente no objeto aqui estudado, no que se refere ao significado do vazamento de vapor em certas circunstâncias. Enquanto para o pessoal de operação demonstra que está havendo fluxo e, portanto, cumprindo a missão de aquecer e atendendo, assim, a expectativa do processo, o vazamento, para o pessoal de manutenção, indica uma necessidade de reparo para estancar a perda. Ocorre que, quando efetivado, o reparo contraria a necessidade do processo. Explicando melhor: há situações no sistema de aquecimento em que ocorre o represamento do condensado do vapor. O problema é contornado pelo pessoal de processo através de uma perfuração no tubo que conduz o vapor, permitindo a drenagem do condensado frio e permitindo a chegada do vapor quente. Dá para imaginar o tamanho da dificuldade para o operador entender porque é que o problema não é examinado com maior integração das diferentes expectativas por parte da produção e da manutenção.



## 2.5 O CONCEITO DE MEIO TÉCNICO-CIENTÍFICO-INFORMACIONAL

O desconforto psicológico e econômico provocado pelo vazamento de vapor já resultou em várias intervenções emergenciais, exigindo ações das lideranças no sentido de eliminar as perdas decorrentes dos vazamentos de vapor. Nas primeiras das cinco décadas de existência da refinaria, essas intervenções produziam um resultado mais duradouro, devido à utilização de pessoal próprio melhor preparado e ao fato das instalações serem mais simples. A saída do pessoal próprio por aposentadoria, seguida da utilização de pessoal terceirizado, recrutado num meio técnico com pouca tradição industrial, combinada com o aumento da complexidade das instalações, pode ter contribuído para a crescente dificuldade em lidar com o vazamento de vapor.

A introdução, aqui, do conceito de meio técnico-científico-informacional desenvolvido por Milton Santos (2001) busca despertar a atenção para a importância da capacitação da equipe que lida com o problema do vazamento de vapor, já que o processo histórico de substituição de pessoal pode ter resultado na composição de uma equipe com pessoal menos preparado do que a situação exige, ainda que numa abordagem dentro do paradigma dominante (Santos, 2001). Os aspectos relacionados ao território no contexto definido por Milton Santos (2001) ajudam a entender a permanência do problema. Esse autor faz uma análise importante do meio geográfico e seu conteúdo de ciência, técnica e informação:

Hoje, conforme já apontamos, o território é usado a partir de seus acréscimos de ciência e técnica, e tais características o definem como um novo meio geográfico. Tanto sua constituição como seu uso exigem, todavia, parcelas volumosas de informação que se distribuem segundo métricas diversas. A natureza dessa informação e sua presença desigual entre as pessoas e os lugares tampouco é alheia a esses conteúdos científico-técnicos. Estaríamos autorizados, por isso, a entender a informação como um recurso, com áreas de abundâncias e áreas de carências. Haveria, assim, diversas existências paralelas: um território bem-informado, um território pouco informado e um número infinito de situações intermediárias. Daí a necessidade de compreender as qualidades da informação, reconhecer os seus produtores e possuidores, decifrar os seus usos. (SILVEIRA SANTOS, 2001, p.93).

Mas o nível de informação do território necessário para o desenvolvimento do trabalho pode ser ajustado, conforme bem caracteriza M. Santos (2001, p.101):

Resultado de um trabalho permanente e, sobretudo, da progressiva incorporação de capitais fixos e constantes, com ênfase em certos pontos, o território brasileiro metamorfoseia-se em meio técnico-científico-informacional. Este é a cara geográfica da globalização. Os mencionados acréscimos de ciência, tecnologia e informação ao território são, ao mesmo tempo, produto e condição para o desenvolvimento de um trabalho material e de um trabalho intelectual, este tornado indispensável, já que antecede a produção.

Avançando um pouco mais na caracterização do conceito de meio técnico-científico-informacional, desenvolvido por M. Santos (2001), é oportuno recorrer à sua divisão regional do Brasil. O propósito da utilização, aqui, dessa divisão é despertar, também, para a condição da Bahia, estado onde se encontra a refinaria objeto do presente trabalho, quanto ao conteúdo de ciência, técnica e informação, na visão de M. Santos (2001). A divisão proposta por M. Santos (2001) toma por base a difusão diferencial do meio técnico-científico-informacional e as heranças do passado. Ele sugere a existência de quatro Brasis: uma Região Concentrada, formada pelo Sudeste e pelo Sul, o Brasil do Nordeste, o Centro-Oeste e a Amazônia. “A Região Concentrada, abrangendo São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, caracteriza-se pela implantação mais consolidada dos dados da ciência, da técnica e da informação.” (SILVEIRA SANTOS, 2001, p. 269). A condição da Bahia é mencionada quando ele fala do Nordeste:

O Nordeste, incluindo Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, é uma área de povoamento antigo, onde a constituição do meio mecanizado se deu de forma pontual e pouco densa e onde a respectiva circulação de pessoas, produtos, informação ordens e dinheiro era precária, tanto em razão do tipo e da natureza das atividades (sobretudo uma agricultura pouco intensiva) como em virtude da estrutura da propriedade. (SILVEIRA SANTOS, 2001, p. 271-272).

Ao se lançar mão do conceito de meio técnico-científico-informacional, proposto por M. Santos (2001), busca-se uma reflexão da sua contribuição para o entendimento da permanência do problema do vazamento de vapor. Essa contribuição se dá tanto quanto à necessidade de conhecimento técnico-científico para a solução da questão do vazamento de vapor, quanto às razões históricas para um meio pouco denso no que se refere ao conhecimento técnico-científico.

Respalgadas por uma visão sistêmica do problema, ações devem ser tomadas para a capacitação das pessoas mais diretamente envolvidas com a questão do vazamento de vapor que são os operadores de processo, transferência ou utilidades e os técnicos de manutenção. O assunto comporta, pelo menos, duas abordagens: uma relacionada com a política de capacitação e a outra com o estágio da capacitação. Para caracterizar a política de capacitação é oportuno recorrer a JIPM (1997, p.40):

O processo numa refinaria de petróleo é agora automatizado; o operador fica mais tempo ocupado com a monitoração dos equipamentos na sala de controle e com observações de campo. Para poder monitorar a planta tanto no aspecto do processo quanto do equipamento, o operador necessita não só de habilidades operacionais, mas também do conhecimento e da habilidade de um engenheiro no que se refere à teoria do processo e ao projeto dos equipamentos.

Esta abordagem defende a necessidade de passar, para o operador, o conhecimento da engenharia de processo e o conhecimento da engenharia do equipamento. No caso em estudo, entende-se, como conhecimento da engenharia do processo, o conhecimento da engenharia de produção, distribuição e recuperação do vapor; a engenharia do equipamento compreende o conhecimento das instalações envolvidas no processo, ou seja, caldeiras, sistema de tubulações, purgadores, filtros de condensado, etc.

Claro que há de se considerar, também, a relação da empresa com as pessoas. A abordagem referida por JIPM (1997) citando o fundador da Idemitsu Kosan, Sazo Idemitsu, parece ser facilitadora para a prevenção de perdas:

A razão porque a Idemitsu sobrevive é porque temos conduzido o negócio sem perdas por sessenta e quatro anos. Isto não é o resultado da organização ou do sistema. Isto é alcançado por pessoas. Não importa teoria nem dinheiro. Gestão baseada em pessoas sem perda, é o princípio da Idemitsu. Ou seja, “pessoas” é o fator mais importante. A menos que você tenha isto em mente, você não pode entender o que Idemitsu realmente é. Eu me pergunto que tipo de empresa Idemitsu é e quem possui esta empresa. (JIPM, 1997, p. 12).

Quanto à abordagem voltada para o estágio de capacitação, será visto no Capítulo 4, mais adiante, a partir da análise das percepções obtidas na coleta de dados, que pode haver uma baixa integração dos conhecimentos das várias áreas envolvidas para a solução adequada do problema.

## 2.6 SÍNTESE DOS CONCEITOS: CONSTRUINDO O MODELO DE ANÁLISE

O Quadro 2 apresenta um resumo dos conceitos sugeridos para analisar a questão do vazamento do sistema de vapor traçado aqui tratado:

ITEM	CONCEITO	DESCRIÇÃO	QUESTÃO DE ANÁLISE
1	Paradigma dominante (e sua crise)	Santos (2001) faz uma análise histórica do desenvolvimento da ciência moderna, onde o mundo é assumido estático e eterno e pode ser conhecido através da sua decomposição nos elementos que o constituem, conforme a hipótese do mecanicismo newtoniano e, assim, poder dominar a natureza. Neste paradigma, há uma distinção entre ciências naturais e ciências sociais e admite-se uma total separação entre a natureza e o ser humano.	O vazamento de vapor exige uma maior captação de água de fontes naturais, maior impacto ambiental; a forma de tratar a questão do vazamento em sistema de vapor traçado segue uma orientação disciplinar, contexto epistemológico da ciência moderna;
2	Paradigma emergente	As idéias estão fundadas numa nova relação do homem com a natureza, refletida numa nova postura na conversão tecnológica dos conhecimentos acumulados. Deixa de fazer sentido a distinção dicotômica entre ciências naturais e ciências sociais (SANTOS 2001).	O equipamento é referido como fazendo parte de um círculo de pessoas; uma outra interpretação da comunicação dos desvios funcionais representados pelos vazamentos em sistema de vapor traçado. Sugere o tratamento do vazamento de vapor na perspectiva da temática sócio-ambiental.
3	Complexidade	Demo (2002) utiliza sete características para desenvolver este conceito: dinâmica, não linear, reconstrutiva, processo dialético evolutivo, irreversível, intensidade e ambigüidade/ambivalência.	Vide detalhamento no Quadro 3.
4	Meio técnico-científico-informacional	Entende-se que o conteúdo de ciência e técnica caracteriza um meio geográfico e que a sua constituição e uso exigem parcelas volumosas de informação. Os acréscimos de ciência, tecnologia e informação são considerados produto e condição para o desenvolvimento de um trabalho material e de um trabalho intelectual (Milton Santos, 2001).	Busca despertar a atenção para a importância da capacitação das equipes que lidam com o problema do vazamento de vapor, considerando o seu recrutamento num meio geográfico pouco denso em relação a este conceito.

Quadro 2: Síntese dos conceitos sugeridos para análise da questão

O Quadro 3 detalha mais a dimensão de complexidade e sua relação com o problema do vazamento em sistema de vapor traçado.

QUADRO RESUMO DO CONCEITO DE COMPLEXIDADE			
Item	Característica	Descrição	Questão ligada ao sistema de vapor traçado
1	Dinâmica	Onde existe campo de forças contrárias e a estabilidade é provisória. A ciência precisa constituir um paradigma. A ação do conhecimento e do tempo corrói este paradigma e faz surgir um outro;	Os ciclos térmicos associados às variações climáticas ao longo do dia e ao longo do ano impõem uma dinâmica ao sistema. Por não fazer parte do detalhamento de muitos projetos depende de solução de campo nesses casos.
2	Não-linearidade	Distinção entre o que é complicado e o que é complexo. A engenharia pode dar conta do complicado, mas não do complexo.	A engenharia pode dar conta da sua construção mas não da interface com o processo conduzido pelos operadores.
3	Reconstrutiva	A natureza, em suas próprias dimensões de tempo, se reconstrói. A vida não é matéria nova, mas modo novo de organização da matéria.	O sistema não se reconstrói. Mas o vazamento pode ser visto como uma reconstrução.
4	Processo dialético evolutivo	Ter a capacidade de aprender. O computador não aprende porque não sabe errar.	No sistema de vapor traçado, há componentes cujas partes podem desenvolver durezas compatíveis entre si e desgaste prematuro de troca parcial.
5	Irreversível	Abordagem temporal onde nada se repete, qualquer depois é diferente do antes.	No sistema, há um processo de envelhecimento e um espaço para este envelhecimento, findo o qual há necessidade de intervenção.
6	Intensidade	Como na pesquisa qualitativa, em que se busca ir além de indicadores meramente quantitativos, ao se investigar a participação e o envolvimento no associativismo.	A busca de maior profundidade na investigação dos fatores que contribuem para a permanência da perda.
7	Ambigüidade / ambivalência	A ambigüidade se refere à estrutura, também desconstruída de seus componentes, algo que é unitário e aberto. A ambivalência refere-se à processualidade dos fenômenos complexos quando a dinâmica é constituída de valores contrários.	Ambigüidade: o sistema forma um todo mas aceita que se ultrapasse os seus limites através da inserção de novos ramais de aquecimento; Ambivalência: está presente no sistema quanto ao significado que o vazamento pode ter em determinadas situações: para o operador significa que está funcionando enquanto para o pessoal de manutenção significa perda e se reparado deixa de funcionar para o operador.

Quadro 3: Características do conceito de complexidade

### 3 CONTEXTO PARA A REFLEXÃO SOBRE O VAZAMENTO DE VAPOR

Minayo (1999, p. 16) define metodologia como “o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”. Na reflexão sobre vazamento em sistema de vapor traçado, o pensamento do pesquisador percorre as observações realizadas num período de mais de 25 anos de convivência com a questão. Neste período, houve a interação com vários atores envolvidos com a questão em estudo, de forma que as idéias aqui apresentadas incluem a contribuição de todos eles, que, de alguma forma, participaram da construção dessas idéias que agora são utilizadas na abordagem da realidade representada pelo vazamento de vapor aqui delineado. Também cabe, aqui, a contribuição de Demo (1983, p. 30), quando diz que “fazer ciência social é em parte aprender a compreender outras visões e admitir a própria como preferencial, não porque não tenha defeitos, mas porque imaginamos menos defeituosa”.

O longo período de observação do problema permitiu a identificação de algumas dificuldades presentes no processo de eliminação de vazamentos em sistema de vapor traçado. Uma delas diz respeito à liberação do ramal de aquecimento para a execução do reparo. Era freqüente, diante da pressão para que fossem eliminados os vazamentos de vapor, a programação de pessoal sem que os ramais a reparar estivessem com seus bloqueios localizados. Ocorria, às vezes, que a equipe programada para o reparo do vazamento permanecia aguardando durante todo o dia, sem sucesso, a liberação de trechos a reparar. Logo ficou claro que a tarefa de liberação do ramal defeituoso não era simples e exigia um trabalho paciente do pessoal de operação. Mais adiante, ficou evidente que havia uma carência no projeto de engenharia do sistema de aquecimento com vapor traçado. O projeto não contemplava uma clara identificação e localização dos bloqueios de entrada e saída do ramal de aquecimento. Foi constatado, ainda, que as modificações de campo sem projeto eram comuns nos ramais de aquecimento com vapor, tornando a localização dos seus bloqueios

mais difícil ainda. Nos locais cuja modificação de campo resultava numa perda de eficiência, era comum a existência de vazamento provocado para que o fluxo de vapor se estabelecesse num nível que atendesse às necessidades de aquecimento. As opções de materiais para os reparos de vazamentos incluíam especificações que falhavam com pouco tempo de uso.

Além da dificuldade na liberação de sistema para reparo, foi observado ainda que a carência de identificação dos bloqueios do sistema de aquecimento com vapor traçado esteve relacionada com ocorrência de incêndio. O alinhamento indevido de um ramal de aquecimento provocou a expansão térmica do conteúdo de uma tubulação que se encontrava totalmente bloqueada e cheia de produto. A elevação descontrolada da pressão decorrente da expansão térmica provocou o rompimento da junta de uma ligação flangeada, seguido de vazamento de hidrocarboneto e de sua combustão, devido ao contato com superfície aquecida de tubulação vizinha.

Diante das observações levadas a efeito no período de tempo acima referido, é possível a formulação de uma pergunta que traduza a problematização da questão em estudo: por que uma questão aparentemente tão simples, o vazamento em sistema de vapor traçado, não se resolve? Parte-se do pressuposto, conforme já referido na introdução deste trabalho, de que a falta de compreensão dos diversos fatores associados ao problema dificulte a sua solução.

O objeto de estudo, o vazamento em sistema de vapor traçado, é um fenômeno da atualidade e o seu exame aconteceu dentro do seu contexto, uma refinaria de petróleo, configurando, assim, uma pesquisa do tipo estudo de caso observacional. O pesquisador, na qualidade de empregado da organização e com fácil acesso às pessoas destino das entrevistas e o contato direto com o fenômeno estudado, fez uso da observação participante de forma aberta. As entrevistas foram semi-estruturadas com e sem formulário, para escolha de percepções do problema na perspectiva do pesquisador, e abertura para outras percepções na perspectiva do entrevistado.

O formulário (Apêndice A) aplicado às 14 pessoas entrevistadas da área de produção, manutenção e otimização, pessoal diretamente envolvido, continha dez percepções na perspectiva do pesquisador, para a escolha das cinco mais representativas na perspectiva do entrevistado. Foi incluída a opção do entrevistado acrescentar alguma percepção, que na sua perspectiva, fosse mais representativa. As dez percepções formuladas pelo pesquisador procuravam validar aspectos relacionados ao problema em estudo, que podem ser classificados em cinco categorias, conforme estejam relacionadas a:

- Recursos para a solução do problema (opções “a”, “b” e “j”);
- A engenharia da solução do problema (opções “c” e “d”);
- Conhecimento das equipes sobre o problema (opções “f” e “i”);
- Natureza do problema (opção “e”);
- Importância do problema (opções “g” e “h”).

Na pesquisa com formulário sobre a percepção das pessoas diretamente envolvidas com a questão do vazamento de vapor, procurou-se identificar os fatores que, na visão do entrevistado, poderiam explicar a permanência do problema.

Para o pessoal indiretamente envolvido com a questão do vazamento de vapor, foi utilizada a observação direta intensiva, com a colocação de uma questão fechada e despadronizada, apenas para permitir o posicionamento de cada um em relação ao problema em estudo. Foram consideradas áreas indiretamente envolvidas: RH, Engenharia, Planejamento e Controladoria, Meio Ambiente, Logística, Utilidades e Terceirizada.

O campo de pesquisa incluiu, ainda, uma visita a outra refinaria, a Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP S/A, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. Ao se escolher esta refinaria para a visita, já se sabia que lá havia uma menor incidência de vazamentos de vapor. Foram entrevistadas pessoas da área de manutenção, utilidades e logística. A escolha destas três áreas foi feita em função do maior envolvimento com a questão. Foi utilizado um roteiro de perguntas, enunciadas pelos entrevistadores, o pesquisador e o colaborador Calmon (2004), e preenchidas, por eles, com as respostas do entrevistado. As perguntas atendiam ao mesmo conjunto de categorias referido acima: quantidade de recursos para a solução do problema, participação da engenharia na solução do problema, nível de conhecimento das equipes sobre o problema, natureza do problema e importância do problema, conforme o Quadro 1 examinado na INTRODUÇÃO.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Tratando-se de uma pesquisa qualitativa, optou-se por amostra intencional e não probabilística, tendo em vista o que se queria investigar: a percepção das pessoas relacionadas direta ou indiretamente com a questão do vazamento de vapor. A definição da amostra procurou atender à questão proposta por Minayo (1999, p. 43): “quais indivíduos sociais têm uma vinculação mais significativa para o problema a ser investigado?” Foram selecionadas



pessoas com forte vinculação com a questão em estudo, das áreas de operação, manutenção e otimização, e pessoas com envolvimento indireto das áreas de logística, engenharia, RH, planejamento e controle, meio-ambiente e terceirizada. Foram entrevistadas 22 (vinte e duas) pessoas, 14 (quatorze) entrevistas com formulário e 8 (oito) entrevistas sem formulário. O Quadro 4 apresenta a distribuição das pessoas entrevistadas por área de trabalho.

NÚMERO DE ENTREVISTAS	ÁREAS INVESTIGADAS									SUB-TOTAL
	Produção	Manutenção	Otimização	RH	Meio-amb.	Planej. e Cont.	Engenharia	Terceirizada	Log. e Utilid.	
Com formulário.	9	3	2	0	0	0	0	0		14
Sem formulário	0	0	0	1	1	1	2	1	2	8
Total										22

Quadro 4 - Amostra das entrevistas

LEGENDA: 1. Produção: área que opera as unidades de processo; 2. Manutenção: área que cuida das instalações de produção, utilidades e logística; 3. Otimização: área que acompanha os processos da refinaria verificando os rendimentos e eficiências e buscando melhorias; 4. RH: área que cuida da seleção, capacitação e reconhecimento da força de trabalho; 5. Meio-ambiente: área que cuida do impacto ambiental da atividade da refinaria e o atendimento à legislação ambiental; 6. Planejamento e Controle: planeja e acompanha o orçamento da refinaria e os diversos indicadores de gestão; 7. Engenharia: área que cuida da modificação e atualização das instalações; 8. Terceirizada: área que inclui a força de trabalho das empresas contratadas; 9. Logística e Utilidades: área que opera as unidades de utilidades e de armazenamento e movimentação de matéria prima e produtos.

O Quadro 5 apresenta a distribuição, por área de trabalho, das pessoas entrevistadas com formulário, e o perfil da amostra. A escolha das nove pessoas da área de operação levou em consideração a sua participação em grupos voltados à eliminação de vazamentos através de ações para o cadastramento do vazamento e para a liberação do sistema para o reparo do vazamento. As três pessoas da manutenção e as duas da otimização também foram selecionadas pela ligação do seu trabalho com o problema em estudo.

CARACTERÍSTICA	ESCOLARIDADE		TEMPO NO CARGO (ANOS)		
	2º GRAU	3º GRAU	ATÉ 15	16 A 20	MAIS DE 20
OPERAÇÃO	6	3	3	4	2
MANUTENÇÃO	1	2	---	1	2
OTIMIZAÇÃO	1	1	--	1	1
TOTAL	8	6	3	6	5

Quadro 5: Perfil da amostra, entrevista com formulário

A escolha dirigida também se aplicou aos 8 gerentes entrevistados sem formulários. O Quadro 6 fornece o perfil dessa amostra.

CARACTERÍSTICA	ESCOLARIDADE		TEMPO NO CARGO (ANOS)				
	2º GRAU	3º GRAU	ATÉ 5	6 A 10	11 A 15	16 A 20	MAIS DE 20
RH		X				X	
ENGENHARIA		X					X
PLANEJAMENTO E CONTROLE		X			X		
LOGÍSTICA		X					X
UTILIDADES		X				X	
MEIO AMBIENTE		X		X			
TERCEIRIZADA		X			X		

Quadro 6: Perfil da amostra, pesquisa sem formulário

As pessoas consultadas através de formulário tinham envolvimento direto com a questão e tinham atingido um nível tal de experiência com o seu trabalho que dispensavam supervisão. Ocupavam cargos que exigiam nível médio de escolaridade. Elas compartilharam questões que fortalecem a propriedade do tratamento dispensado, aqui, para o problema. Alguns operadores já desenvolveram propostas de modificação do sistema de aquecimento com vapor que foram implementadas e contribuíram para a redução do tempo de liberação do sistema para o reparo do vazamento. Essa redução do tempo de liberação contribui, pelo menos, de duas formas para a empresa: aumenta a produtividade da equipe de manutenção e reduz o tempo de permanência do vazamento, ou seja, da perda. Outros operadores já identificaram falhas no circuito de vapor que explicavam o mau funcionamento de sistema de aquecimento. Esse nível de envolvimento foi levado em conta para a inclusão da pessoa na amostra.

## **4 ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES SOBRE A QUESTÃO**

Neste capítulo, será examinada a contribuição do pessoal entrevistado à luz de conceitos tratados no capítulo anterior, começando pelos entrevistados com a utilização do formulário apresentado no Apêndice A, para, em seguida, analisar o resultado da pesquisa com os gerentes indiretamente envolvidos com o problema.

### **4.1 ANÁLISE DO RESULTADO DA PESQUISA NAS ÁREAS ENVOLVIDAS DIRETAMENTE COM O PROBLEMA**

Cada entrevistado deveria escolher as cinco percepções, das dez oferecidas no formulário apresentado no Apêndice A, que, na sua visão, estariam mais contribuindo para a permanência do vazamento de vapor. Havia, ainda, a opção do entrevistado acrescentar outras percepções, caso, entre as dez percepções oferecidas, não estivessem as cinco mais representativas na sua perspectiva. A Tabela 1 apresenta a distribuição da percepção dos entrevistados por área de trabalho.

ÁREAS DA EMPRESA FATORES EXPLICATIVOS	OPERAÇÃO										MANUTENÇÃO				OTIMIZAÇÃO			TOTAL DO FATOR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	1	2	3	%	1	2	%	%
Fator/Amostra																		
(a) Insuficiência de mão de obra de manutenção		X	X		X	X	X		X	67		X	X	70			0	60
(b) Insuficiência de mão de obra da operação										0			X	30			0	10
(c) Especificação inadequada do material utilizado no sistema de vapor.				X	X					20	X			30			0	20
(d) Solução adotada não previne que o problema volte a ocorrer	X	X		X	X		X	X	X	78	X			30	X	X	100	70
(e) O problema é complexo e exige abordagem multifuncional	X	X	X		X	X	X	X		78	X		X	70	X	X	100	80
(f) Falta conhecimento às equipes de manutenção e operação para uma solução adequada do problema	X			X			X	X		44	X			30		X	50	40
(g) Não se sabe quanto custa a perda com vazamento de vapor		X	X		X	X			X	55				0	X		50	40
(h) O vazamento de vapor é aceito como normal numa refinaria		X		X		X	X	X		55				0	X	X	100	50
(i) O nível de conhecimento das pessoas não permite um comportamento crítico em relação ao problema	X		X	X					X	44				0	X	X	100	40
(j) As pessoas que podem contribuir para a solução do problema não são consultadas	X		X			X				34			X	30			0	30
k	X		X							20			X	30			0	20

QUADRO 7 - Resultado das entrevistas com formulários sobre a razão do vazamento de vapor

Legenda: Fator/Amostra = Fator se refere aos itens de “a” a “k” do formulário do APÊNDICE A e Amostra se refere aos entrevistados com formulário das áreas de produção, manutenção e otimização.

#### PERCEPÇÃO “A”: INSUFICIÊNCIA DE MÃO DE OBRA DE MANUTENÇÃO

A significativa pontuação desta percepção, em duas áreas das três examinadas, como pode ser visto no Quadro 7, pode ser entendida como um posicionamento alinhado com as idéias do paradigma dominante (SANTOS, 2001). A forma disciplinar de ver o mundo, cultivada no processo de construção da ciência moderna, é aqui assumida como tendo influência na forma de tratar a questão do vazamento de vapor, já que é tratado como sendo

da área de manutenção, mais precisamente da *disciplina* responsável pela manutenção de equipamentos estáticos que conduz, praticamente, só com a ajuda da equipe de operação, a tarefa de eliminar os vazamentos de vapor. Uma outra constatação está relacionada com o conteúdo da informação técnica e científica do meio de origem da amostra examinada. Como se trata de uma região pouco densa, quando examinada, segundo o conceito de meio técnico-científico-informacional (SILVEIRA SANTOS, 2001), as escolhas dos entrevistados, certamente, refletem a carência de informação técnica e científica relacionada com a questão em estudo. A quarta tese do paradigma emergente, “todo o conhecimento científico visa constituir-se em senso comum” (SANTOS, 2001), pode ser entendida como apontando na mesma direção da idéia defendida por M. Santos (2001), quando assinala que o meio geográfico, para ser usado, necessita de elevadas quantidades de informação, ciência e tecnologia. A quarta tese sugere, exatamente, a disseminação do conhecimento científico.

O entrevistado da manutenção de número 3 no Quadro 7 ofereceu uma análise de cada percepção apresentada na entrevista que é indicada no Quadro 8. Ele considera que a insuficiência de mão de obra de manutenção é conseqüência da insuficiência de mão de obra da operação para liberar e acompanhar os serviços. Pela via da complexidade do problema, pode-se admitir uma contribuição maior da equipe de operadores, quando se considera que se deve buscar uma abordagem conjunta para que leve em conta não só a aplicação da manutenção corretiva, mas também, a aplicação da manutenção preventiva, ou seja, aquela que atua nas causas básicas do problema e pode exigir uma atuação multidisciplinar, ainda que numa abordagem no paradigma dominante. Os comentários feitos pelo técnico de manutenção apresentados no Quadro 8 mostram uma visão complexa do problema e a necessidade de maior articulação das áreas envolvidas. O nível de crítica da análise sugere não só um conhecimento profundo da questão, mas um comprometimento com o trabalho.

Item	Percepção do formulário	Comentário adicional
a	Insuficiência de mão de obra de manutenção	Há insuficiência de mão de obra para a execução, porém implica na insuficiência de operadores para a liberação e o acompanhamento dos serviços.
b	Insuficiência de mão de obra da operação	Acredito que estamos trabalhando com um efetivo abaixo do mínimo em todas as áreas, é necessária a reposição de pessoal, ou de imediato uma redistribuição criteriosa para termos operadores para liberação e acompanhamento dos serviços.
c	Especificação inadequada do material utilizado no sistema de vapor.	O material que utilizamos, o “A-179 ou A-106 recomendado pela norma” é resistente e especificado para este tipo de trabalho, o qual trabalhando em condições normais, sem problema de alagamento no sistema tem uma vida útil satisfatória.

d	Solução adotada não previne que o problema volte a ocorrer.	Geralmente o vazamento não volta a ocorrer exatamente no mesmo local, o nosso contrato é restrito à manutenção em pequenos trechos, e como temos uma malha enorme de <i>steam-tracer</i> (vapor traçado) e muito velha, é normal que esta tubulação venha a vaziar em pontos próximos ao ponto substituído.
e	O problema é complexo e exige abordagem multifuncional.	O problema pode não ser tão complexo, porém temos alguns problemas de projeto onde há a necessidade de padronização do sistema em algumas unidades, o que envolve custo, a necessidade de contrato específico e com certeza é necessário o envolvimento de outros setores como engenharia, otimização, para analisar as soluções mais acertadamente.
f	Falta conhecimento às equipes de manutenção e operação para uma solução adequada do problema.	A equipe da manutenção que executa os serviços é preparada para executar a manutenção, ou seja, eliminar os vazamentos cadastrados no prazo de cinco dias, onde são eliminados aproximadamente 400 (quatrocentos) vazamentos por mês com o efetivo de apenas quatro duplas de encanadores/ajudantes, não sobrando tempo para efetuar melhorias significativas.
g	Não se sabe quanto custa a perda com vazamento de vapor.	O custo do vapor desperdiçado em vazamentos consta no relatório mensal emitido pela contratada, o qual é mensalmente encaminhado para outras pessoas da refinaria, porém acho interessante que estes valores sejam divulgados com todo o quadro da operação e suas gerências, para que se crie uma consciência maior da necessidade da eliminação dos mesmos e a solução mais agressiva do problema.
h	O vazamento de vapor é aceito como normal numa refinaria.	Não acho que as pessoas vejam o vazamento de vapor como normal numa refinaria, pelo menos na proporção que existe aqui, acho que temos que lutar sempre pelo vazamento zero, o que pela quantidade que existe aqui estamos muito longe, porém se os setores se unirem, se forem disponibilizados recursos e condições satisfatórias, alcançaremos este estágio.
i	O nível de conhecimento das pessoas não permite um comportamento crítico em relação ao problema.	Creio que parte das pessoas realmente precisaria conhecer melhor os números que envolvem este problema, para terem um nível de consciência melhor da situação.
j	As pessoas que podem contribuir para a solução do problema não são consultadas.	O problema é do conhecimento de todos, porém, devido à sobrecarga geral de atribuições, não surgem voluntários dispostos a encarar o problema, neste caso será necessário que se indique alguém ou uma equipe para cuidar do problema.
Outras percepções		
k	As pessoas que podem contribuir para a solução do problema estão sobrecarregadas.	
l	Falta contrato específico para melhoria e padronização do sistema.	

Quadro 8: Contribuição de um entrevistado da manutenção com comentários adicionais

#### PERCEPÇÃO “B”: INSUFICIÊNCIA DE MÃO DE OBRA DA OPERAÇÃO

Esta percepção foi pontuada apenas por um representante da manutenção. Conforme pode ser notado no comentário do entrevistado da manutenção, a participação da operação é destacada, mais uma vez, pela sua contribuição na liberação e acompanhamento dos serviços (de reparo do vazamento), reforçando o comentário referente à percepção “a”. A questão recebe, mais uma vez, a abordagem que busca o resultado imediato com o reparo local do vazamento, como ele se apresenta sem que se leve em conta o que é visto como “intensidade”,

quando se percorre o conceito de complexidade (DEMO, 2002), ou seja, ir além da causa imediata do vazamento, mais facilmente visível, e procurar descobrir a sua verdadeira origem.

PERCEPÇÃO “C”: ESPECIFICAÇÃO INADEQUADA DO MATERIAL UTILIZADO NO SISTEMA DE VAPOR

Opção pouco pontuada e apenas pela operação e manutenção. Trata-se de um conhecimento de engenharia das instalações, e as áreas consultadas não percebem, aí, um fator relevante para o problema. O comentário do colaborador da manutenção sugere, também, pouco peso desta percepção na permanência do problema e, mais adiante, ele fornece as razões para esta posição. Há, ainda, um acréscimo de outro colaborador da manutenção quanto a um possível dimensionamento inadequado associado com a falha do sistema, o que passaria por uma avaliação de engenharia do sistema para o encaminhamento de uma proposta de correção da causa básica do problema.

PERCEPÇÃO “D”: SOLUÇÃO ADOTADA NÃO PREVINE QUE O PROBLEMA VOLTE A OCORRER

Forte pontuação pela operação e otimização, e baixa pontuação pela manutenção. O comentário do colaborador da manutenção admite esta percepção com a ressalva de que o vazamento volta a ocorrer em outro local, embora próximo do local reparado. O vazamento estaria sinalizando uma deterioração acelerada que teria como causa um ou mais de um desvio em relação ao projetado. A característica “reconstrutiva” do conceito de complexidade permite que o vazamento possa ser visto como uma reconstrução de uma condição que busca o seu equilíbrio. Se o equilíbrio do sistema é com o vazamento, há que se alterar a condição de equilíbrio para que o vazamento não volte a aparecer.

PERCEPÇÃO “E”: O PROBLEMA É COMPLEXO E EXIGE ABORDAGEM MULTIFUNCIONAL

A forte pontuação desta percepção sinaliza para a percepção da complexidade do sistema de vapor traçado. O Quadro 3 apresenta uma síntese das características do conceito de complexidade (DEMO, 2002) e os respectivos e possíveis pontos de contato do sistema em estudo.

Um melhor resultado dos esforços aplicados à solução do problema pode ser tentado dentro do mesmo paradigma dominante (SANTOS, 2001), com uma melhoria do meio técnico-científico-informacional, através do aporte de informações técnicas para as equipes envolvidas com o problema. Conforme já discutido no item 2.3, a abordagem da questão, no paradigma emergente (SANTOS, 2001), deve considerar as quatro teses propostas pelo autor.

Não é pretensão deste trabalho detalhar um novo modelo de abordagem do problema que se ajuste às quatro teses do paradigma emergente. Esses novos conceitos e a forma mais multidisciplinar para abordá-lo podem ser incorporados, uma vez que percebem o problema na sua origem. Pode-se, ainda, vislumbrar que uma possível mudança de paradigma da ciência esteja em curso e possa influenciar novas formas de interação das equipes que inclua a abordagem temática, onde os conhecimentos possam convergir para o projeto de solução do problema.

#### PERCEPÇÃO “F”: FALTA CONHECIMENTO ÀS EQUIPES DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO PARA UMA SOLUÇÃO ADEQUADA DO PROBLEMA

A baixa pontuação desta percepção sugere que a condição técnico-científico-informacional não seja relevante para a permanência do problema. O comentário do colaborador da manutenção reforça este pensamento. Considerando que as escolhas foram direcionadas para os fatores mais representativos e que houve uma forte pontuação da opção “E” (o problema é complexo e exige abordagem multifuncional) pode-se verificar que o fator técnico-científico-informacional teria sua importância comprovada através do tratamento multidisciplinar da questão, quando haveria uma permeação do conhecimento entre as diversas equipes. A condição da equipe da REFAP que apresenta um maior conteúdo técnico-científico-informacional sugere que se trata de um fator que contribui para a prevenção do problema.

#### PERCEPÇÃO “G”: NÃO SE SABE QUANTO CUSTA À PERDA COM VAZAMENTO DE VAPOR

A pontuação de média para baixa desta percepção pode ser entendida como também não sendo relevante para o problema, embora o colaborador da manutenção que forneceu um comentário adicional para cada percepção oferecida na pesquisa, entenda que o conhecimento dos valores associados à perda ajude na mobilização dos esforços para uma melhor solução do problema.



PERCEPÇÃO “H”: O VAZAMENTO DE VAPOR É ACEITO COMO NORMAL NUMA REFINARIA

Com uma pontuação média, esta percepção sinaliza para um comportamento passivo diante do vazamento. Aqui, a manutenção não pontua, pois é a área que é responsável pelo ataque ao problema. Aqueles que indicaram esta percepção o fizeram de forma a destacar que é uma percepção válida para esta refinaria, ou seja, onde se lê “...normal numa refinaria” foi alterado para “...normal nesta refinaria”. O colaborador da manutenção também considera que a comunidade da refinaria não entende como normal o nível de vazamento existente nesta refinaria. Pode-se ainda acrescentar que a forte adesão dos operadores à sistemática de cadastramento dos vazamentos no sistema de programação de reparos seja um indicativo de que não aceitam o vazamento como normal.

PERCEPÇÃO “I”: O NÍVEL DE CONHECIMENTO DAS PESSOAS NÃO PERMITE UM COMPORTAMENTO CRÍTICO EM RELAÇÃO AO PROBLEMA

Embora tenha recebido uma pontuação de média para baixa, a percepção pode indicar, da mesma forma que a percepção anterior, a necessidade de um esforço para evitar o comportamento passivo diante do problema, através de uma melhoria do nível de informação das pessoas sobre os diversos inconvenientes de se conviver com os vazamentos.

PERCEPÇÃO “J”: AS PESSOAS QUE PODEM CONTRIBUIR PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA NÃO SÃO CONSULTADAS

A baixa pontuação desta percepção é um indicativo favorável para uma abordagem que envolva uma maior participação de outras áreas que têm contribuição para um melhor resultado no tratamento dado à questão. É possível que o simples fato de participar desta consulta já signifique que a pessoa que pode contribuir está de fato contribuindo.

PERCEPÇÃO LIVRE: PERCEPÇÃO MAIS SIGNIFICATIVA QUE AS APRESENTADAS

Dos quatorze entrevistados com formulários, três deles apresentaram outras percepções: dois entrevistados da operação e um da manutenção. As duas novas percepções da operação foram: “adequar o projeto às condições operacionais” e “um comportamento

gerencial pró-ativo para a solução do problema”. Estas duas novas percepções reforçam a necessidade de uma maior participação na abordagem do problema para que os diversos fatores relacionados com a questão possam ser identificados e controlados. Conforme pôde ser observado pelo conteúdo da argumentação do entrevistado 3 da manutenção, trata-se de uma importante reflexão sobre o assunto e uma grande contribuição para a formulação de um plano de trabalho.

#### AINDA SOBRE A RELAÇÃO DO PROBLEMA COM O CONCEITO DE COMPLEXIDADE

No desenvolvimento do conceito de complexidade, item 2.4, foi estabelecido um diálogo entre o problema do vazamento de vapor e as sete características de complexidade na visão de Demo (2002). Foi considerado que um sistema com vazamento é diferente do mesmo sistema sem o vazamento, ou seja, do sistema imediatamente após o reparo do que podemos chamar de causa imediata do vazamento. A passagem da causa imediata do vazamento para a causa básica ou causa raiz inclui a reflexão sobre as sete características de complexidade.

Uma reflexão possível das características de totalidades complexas, aplicadas ao sistema de aquecimento com vapor, admite que a característica “dinâmica” se faz presente, pelo menos, com a influência de variáveis imprevisíveis e incontroláveis, como as variações climáticas. A “não-linearidade” decorre da interface com a atuação do operador. A “reconstrutiva” relaciona-se com o reaparecimento do vazamento em sistemas com deficiência de projeto. A “processo dialético evolutivo”, embora no contexto restrito ao comportamento dos materiais, decorre da interação de componentes que desenvolvem níveis de dureza superficial compatíveis entre si. Isso pode ser constatado no desgaste prematuro, quando apenas um dos componentes “endurecidos” é substituído. Esta situação pode ser ilustrada pelo funcionamento de um pino mecânico cuja superfície interage com a superfície do furo da peça onde se aloja, e, a partir de interação entre as superfícies, desenvolvendo um processo de endurecimento mútuo, sujeitando o componente que é substituído ao desgaste prematuro. A “irreversibilidade” como característica de totalidades complexas também está presente no sistema de aquecimento com vapor: a idade é uma característica que deve ser levada em conta ao se examinar uma falha do sistema. A “intensidade de fenômenos complexos” pode ser caracterizada como a necessidade de se verificar se o sistema sem o vazamento não ficou pior, pois o reparo do furo pode ter eliminado a única maneira de circular vapor pelo sistema de aquecimento. A “ambigüidade/ambivalência”, neste caso a

“ambigüidade”, se faz presente por se tratar de um sistema constituído de tubos de pequenos diâmetros, instalados sob o isolamento da tubulação principal. O encaminhamento do tubo do sistema de aquecimento pode não ser o mesmo da tubulação principal e, na maioria das vezes, realmente não o é, e a “ambivalência” está caracterizada pelo significado que o vazamento pode assumir em certos casos, onde, para o operador, o furo é condição para o fluxo de vapor e, conseqüentemente, para o aquecimento da tubulação principal, enquanto, para o pessoal de manutenção, significa perda de vapor e, portanto, necessidade de reparado, o que, quando ocorre, contraria o resultado que o operador espera.

#### EXPLORANDO MAIS A CONTRIBUIÇÃO DAS QUATRO TESES DO PARADIGMA EMERGENTE

A tese de que “todo o conhecimento é local e total” pode levar ao entendimento e solução do que provoca as percepções “especificação inadequada do material utilizado no sistema de vapor” (opção c), “falta conhecimento às equipes de manutenção e operação para uma solução adequada do problema” (opção f), “não se sabe quanto custa a perda com vazamento de vapor” (opção g), “o nível de conhecimento das pessoas não permite um comportamento crítico em relação ao problema” (opção i) e “as pessoas que podem contribuir para a solução do problema não são consultadas” (opção j). Por essa tese, Santos (2001) avança da especialização e da fragmentação disciplinar do conhecimento no paradigma dominante para o conhecimento total e a fragmentação temática do conhecimento no paradigma emergente. A transição é resultado de transgressão e pluralidade metodológicas, conforme já referido. Ou seja, a solução do problema passa por abordagens novas e que percebam o vazamento não só como um problema local, de manutenção, mas um problema de natureza ambiental e com efeitos muito além da refinaria.

A tese de “todo o conhecimento é autoconhecimento” permite mais uma visão da percepção “não se sabe quanto custa a perda com vazamento de vapor” (opção g) e da percepção “o vazamento de vapor é aceito como normal numa refinaria” (opção h). Aqui, Santos (2001) discorre sobre a harmonia e comunhão com a natureza. As idéias que sustentam o paradigma emergente consideram que “a nova dignidade da natureza mais se consolidou quando se verificou que o desenvolvimento tecnológico desordenado nos tinha separado da natureza em vez de nos unir a ela e que a exploração da natureza tinha sido o veículo de exploração do homem” (SANTOS, 2001, pp. 51 e 52). As duas percepções anteriores demonstram que a forma como é tratada a questão do vazamento de vapor na refinaria pode não estar considerando o impacto ambiental do problema.

A tradução dos conceitos associados à quarta tese, que descreve o paradigma emergente, “todo o conhecimento científico visa constituir-se em senso comum”, permite o entendimento de como as percepções “insuficiência de mão de obra de manutenção” (opção a) e “insuficiência de mão de obra de operação” (opção b) podem ser entendidas e superadas. À medida que “a ciência pós-moderna procura reabilitar o senso comum por reconhecer nesta forma de conhecimento algumas virtualidades para enriquecer a nossa relação com o mundo” (SANTOS, 2001, p. 56), a integração da mão de obra da manutenção (conhecimento científico) com a mão de obra da operação (senso comum) poderá ocorrer via inversão da ruptura epistemológica, ou seja, o conhecimento científico se convertendo no conhecimento do senso comum, conforme postula a ciência pós-moderna (SANTOS, 2001). O que é percebido como falta de mão de obra passaria a ser percebido como falta de integração do conhecimento e, permitindo uma reorientação da forma de tratar a questão. Todo conhecimento é uma construção coletiva e torna-se necessário reconhecer os saberes existentes em todos os níveis para a construção de um saber novo. Uma maior integração entre os vários níveis poderia favorecer o ambiente de troca e comprometimento com a busca de uma solução.

No percurso do caminho teórico-metodológico passou-se de um paradigma fundamentado pelas idéias mecanicistas, para um outro paradigma denominado emergente ou da ciência pós-moderna. Nesta trajetória, se deteve em evidências que sugerem que o tratamento dado à questão do vazamento de vapor tem forte influência das idéias mecanicistas, pela sua abordagem com característica do que Santos (2001) chama de fragmentação disciplinar. Ou seja, o tratamento dado ao problema fundamenta-se na contribuição de poucas disciplinas, predominando aquelas mais próximas do problema, que são a manutenção e a operação. Ao se analisar os sinais da crise do paradigma mecanicista ou paradigma da ciência moderna, ou ainda paradigma dominante, se busca, também, os sinais de crise do modelo em uso para tratar a questão aqui em estudo. A participação de pessoas da área de otimização, na busca da solução do problema, é um desses sinais de crise do modelo tradicional de tratamento do problema. Prosseguindo na trajetória conceitual, passa-se pelas características locais de conteúdo de conhecimento que definem o meio geográfico e chega-se ao paradigma emergente, que propõe uma nova visão das questões tidas como simples. É feito, então, um paralelo entre os sinais que os fatores associados com a questão do vazamento de vapor emitem e as idéias do paradigma emergente, no sentido de se ampliar a visão do problema em estudo.

#### 4.2 ANÁLISE DO RESULTADO DA PESQUISA COM GERENTES INDIRETAMENTE ENVOLVIDOS COM A QUESTÃO

Para cada um dos gerentes das áreas do Quadro 9, foi formulada uma questão-chave, apenas para que eles se posicionassem em relação ao problema.

ÁREA	QUESTÃO	RESPOSTA
RH	Qual o seu envolvimento com o vazamento de vapor?	Sei que existem vazamentos, mas não tenho me envolvido. Caso seja necessário participarei da solução do problema.
ENGENHARIA	1. Por que a REFAP não tem vazamento de vapor? 2. Por que o vazamento de vapor volta a ocorrer no mesmo sistema pouco tempo depois de um reparo?	1. Não sei. Seria oportuna uma visita para conhecer como a REFAP trata a questão. 2. Há necessidade de envolvimento da inspeção de equipamentos para identificar a extensão do trecho de vapor traçado a ser substituída.
PLANEJAMENTO E CONTROLE	Qual o envolvimento da sua área com a questão do vazamento de vapor?	Não há envolvimento com a questão, embora o vazamento afete alguns índices.
LOGÍSTICA	Como a questão do vazamento tem afetado o seu trabalho?	O operador que cuida da questão de vazamento na minha área me cobra medidas mais efetivas para eliminar o vazamento de vapor. O mau funcionamento do sistema de aquecimento causa obstrução de linhas e o processo de desobstrução exige o lançamento de produto para o chão o que exige um maior trabalho de limpeza da área.
UTILIDADES	As ações para eliminar o vazamento são adequadas?	As ações voltadas para a manutenção de purgadores carecem de melhorias.
MEIO AMBIENTE	A sua área tem algum envolvimento com o vazamento de vapor? Há algum impacto no consumo de água?	Não. A minha área não tem se envolvido com a questão do vazamento de vapor. O consumo de água tem ficado dentro do valor da outorga do órgão ambiental.
TERCEIRIZADA	A eliminação de vazamento de vapor é um bom serviço para a contratada?	Não. Na vigência do último contrato a velocidade de remoção dos vazamentos não atendia adequadamente ao critério contratado.

Quadro 9 – Posicionamento dos gerentes indiretamente envolvidos com a questão do vazamento de vapor

Das sete áreas pesquisadas, três delas demonstram sofrer um maior impacto do mau funcionamento do sistema de aquecimento com vapor e do processo utilizado para eliminar vazamentos. A Logística convive com as freqüentes obstruções de linhas e as conseqüentes drenagens de produtos para o chão, o que gera um maior gasto com limpeza da área de transferência de produtos além da própria perda de produtos. A área de Utilidades constata que o processo de manutenção de purgadores carece de melhorias. A empresa terceirizada não consegue atender aos prazos contratados para eliminar os vazamentos.

As outras quatro áreas não demonstram sofrer impacto relacionado com o desempenho do sistema de aquecimento com vapor. É possível que o envolvimento com outras questões dificulte dispensar atenção ao impacto que o vazamento de vapor possa causar a outros indicadores.

O engenheiro chefe da equipe da empresa terceirizada não percebia avanço na redução da quantidade de vazamentos cadastrados. A abordagem de natureza disciplinar do contrato poderia estar contribuindo para a permanência do problema. O desempenho da contratada era medido pela relação entre o prazo contratual previsto para o reparo do vazamento e o prazo, efetivamente, gasto para o reparo, conforme previsto em contrato e relato do entrevistado.

Cabe ainda destacar a oportunidade para o representante do meio ambiente incluir na sua área de interesse o vazamento de vapor. A postura em relação ao uso de água pode se estender além do atendimento aos limites legais. Uma nova postura reforçará o respeito ao meio ambiente adotado pela empresa. A questão ambiental assume, em toda a sociedade, uma importância cada vez maior, tendo em vista a forma como os recursos são utilizados e os efeitos sobre o Planeta.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo refletir sobre a falta de compreensão dos fatores associados ao problema de vazamentos em sistema de vapor traçado da Refinaria Landulpho Alves – RLAM, falta de compreensão esta que pode estar contribuindo para a não efetividade das ações do programa de eliminação dos vazamentos. Utilizaram-se conceitos de paradigmas da ciência (SANTOS, 2001) para a reflexão sobre a falta de compreensão dos fatores e os conceitos de complexidade (DEMO, 2002), meio técnico-científico-informacional (SILVEIRA SANTOS, 2001) e perdas crônicas (JIPM, 1996) para a identificação dos fatores cuja falta de compreensão possa estar dificultando a obtenção de melhores resultados com o programa de eliminação de vazamentos em sistema de vapor traçado da refinaria. Foram, ainda, relacionados alguns perigos do vapor da PETROBRAS (1975), que aborda questões de segurança relacionadas com a utilização desta forma de energia.

O trabalho abordou a questão da percepção do vazamento de vapor numa perspectiva mais ampla e não apenas como um problema técnico e pontual de manutenção.

Espera-se que a reflexão conduzida neste trabalho possa contribuir para a reformulação do programa de eliminação de vazamentos em sistema de vapor traçado da refinaria, de forma a tornar mais efetivas as ações deste programa. As categorias utilizadas para classificar as percepções identificadas para o problema podem contribuir para a construção dessa nova forma de tratar a questão. As contribuições de cada área seriam compartilhadas com as demais áreas e novos conhecimentos seriam incorporados ao processo de tratamento do problema, ampliando a visão de cada área e, conseqüentemente, a sua contribuição para a solução do problema.

As informações obtidas na visita a REFAP reforçam a necessidade de um maior aporte de informações às pessoas que lidam com a questão, reforçam a importância de uma percepção temática do problema e de um melhor uso de indicadores que reflitam o

desempenho do programa de eliminação de vazamentos de vapor, como o índice de reposição de água de caldeira.

É esperado, ainda, que a importância da questão nas áreas de saúde ocupacional, ambiental e de segurança industrial possa servir de elo de integração e reflexão de problemas considerados “locais” e “pontuais”. “O vapor pode ser, e é usado, com segurança todos os dias. Entretanto, ele é potencialmente muito perigoso, devido à sua temperatura e pressão, e deve ser utilizado com o máximo de cuidado e discernimento possíveis” (DUCOMMUN, 1975, mensagem inicial).

Uma lição que pode ser tirada da ocorrência acima relatada está relacionada com a superação de uma elevada carência de identificação do sistema de vapor traçado, de forma que se saiba o bloqueio de cada ramal de aquecimento para uma operação segura do sistema de aquecimento com vapor.

É importante, ainda, ressaltar a utilização, neste trabalho, de conceitos e abordagens ainda em construção e, cuja aplicação em um caso concreto aponta a importância de se explorar o espaço da universidade para pensar e refletir, numa perspectiva inovadora e criativa.



## REFERÊNCIAS

CALMON, José Jairo de Souza. Relatório comparativo da questão do vazamento RLAM-REFAP. 2004: biblioteca da PETROBRAS/RLAM.

CARVALHO, Edgar de Assis. Complexidade e ética planetária. In: PENA-VEGA, Alfredo; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. (Coords.). **O pensar complexo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 1999. p. 107-118.

CHAPELLIER, O. **Human factors in safety**. Rio de Janeiro, abr. 1997. Apostila distribuída em curso na Petrobrás.

COVEY, Stephen R. **Liderança baseada em princípios**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. São Paulo: Atlas, 1983.

DEMO, Pedro. **Complexidade e aprendizagem**: a dinâmica não linear do conhecimento. São Paulo: Atlas, 2002.

DUCOMMUN, Jessé C. In PETROBRAS. Perigos do vapor. Condensação e adaptação do livro “Hazard of steam” da The American Oil Company. Departamento Industrial, Refinaria Gabriel Passos, Setor de Segurança Industrial. Belo Horizonte: Minas Gráfica Editora Ltda, 1975. p. s/n.

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e ciência como ideologia**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1968.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **TPM At Idemitsu Kosan**: Best way to implement TPM at oil refinery. Tokyo, 1997.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **Curso Facilitadores de TPM, IMC**. São Paulo, 1996.

MINAYO, M. C. e al. **Pesquisa social**. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

MORIN, Edgar. Por uma reforma do pensamento. In PENA-VEGA, Alfredo; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **O pensar complexo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 1999. p. 21-34.

PETROBRAS. Perigos do vapor. Condensação e adaptação do livro “Hazard of steam” da The American Oil Company. Departamento Industrial, Refinaria Gabriel Passos, Setor de Segurança Industrial. Belo Horizonte: Minas Gráfica Editora Ltda, 1975.

PETROBRAS, Norma AB-RE, número PE-4L-02228, ano 2005.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência.** São Paulo: Cortez, 2000.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências.** 12. ed. Porto, Portugal: Afrontamento, 2001.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. **O Brasil:** território e sociedade no início do século XXI. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

**APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE PERCEPÇÕES SOBRE O VAZAMENTO DE VAPOR**

<p>Caso concorde que o vazamento de vapor é um problema que precisa ser melhor assistido, escolha cinco entre os aspectos listados abaixo que na sua percepção mais contribuem para a permanência do problema:</p>
a) Insuficiência de mão de obra de manutenção
b) Insuficiência de mão de obra da operação
c) Especificação inadequada do material utilizado no sistema de vapor
d) Solução adotada não previne que o vazamento volte a ocorrer
e) O problema é complexo e exige abordagem multifuncional
f) Falta conhecimento às equipes de manutenção e operação para uma solução adequada do problema
g) Não se sabe quanto custa a perda com vazamento de vapor
h) O vazamento de vapor é aceito como normal numa refinaria
i) O nível de conhecimento das pessoas não permite um comportamento crítico em relação ao problema
j) As pessoas que podem contribuir para a solução do problema não são consultadas
k) Outra(s)

## ANEXO A

