



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA
QUÍMICA



Adaptação do Índice de Eficiência Global para o Fornecimento de Matéria- Prima para uma Indústria Petroquímica

Autor: Lucas Schiefferdecker Karpouzas

Orientador: Prof Dr^a Lígia Damasceno Ferreira Marczac

Porto Alegre, dezembro de 13

“...
*Try and leave this world a little better than you found it and when your turn comes
to die, you can die happy in feeling that at any rate you have not wasted your time
but have done your best....”*

Robert Stephenson Smyth Baden-Powell
Idealizador e fundador do Escotismo

Sumário

Sumário	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	viii
1 Introdução	1
2 Revisão Bibliográfica	2
2.1 TPM – Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance</i>)	2
2.2 IEG – Índice de Eficiência Global (<i>Overall Equipment Efficiency</i>)	3
3 Metodologia	8
3.1 Adaptação do indicador IEG para medida da eficiência do fornecimento de matéria-prima	9
3.1.1 Perdas de Qualidade	9
3.1.2 Perdas por Parada	10
3.1.3 Perdas Industriais	10
3.1.4 Perdas Logísticas	10
3.1.5 Perdas por parte do Cliente	10
3.1.6 Perdas Comerciais	10
4 Apresentação e análise dos dados	11
4.1 Definição das capacidades totais disponíveis	11
4.2 Análise do Índice de Eficiência Global do fornecimento de matéria-prima por unidade fornecedora	11
4.2.1 Refinaria 1	13
4.2.2 Refinaria 2	14
4.2.3 Refinaria 3	15
4.2.4 Refinaria 4	15
4.2.5 Refinaria 5	16
4.2.6 Refinaria 6	17
4.2.7 Refinaria 7	18
4.3 Análise das perdas	19
4.3.1 Perdas por parte da empresa fornecedora de matéria-prima	19
4.3.2 Perdas por parte da empresa consumidora de matéria-prima	20
4.4 Workshop de integração entre fornecedor e cliente	21
5 Conclusões e Trabalhos Futuros	23
6 Referências	24

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles professores com quem tive o privilégio de estudar, os quais tiveram a nobreza de compartilhar experiências e conhecimentos, que, a meu ver, é a maior riqueza que um homem pode acumular.

Agradeço à minha família e, em particular aos meus pais, Sônia Maria Schiefferdecker e Dimitrios George Karpouzas, que sempre fizeram o possível e, muitas vezes, abriram mão de compromissos e diversão, para que seus filhos pudessem ter sempre as melhores oportunidades.

Agradeço ao Movimento Escoteiro que ajudou a moldar e a solidificar os valores e o caráter do homem que sou hoje.

Agradeço aos meus colegas, amigos e todas aquelas pessoas que me acompanharam durante todo o processo de aprendizagem, os quais foram essenciais me apoiando e incentivando em momentos de dificuldades e compartilhando momentos de alegria.

Agradeço aos meus colegas de trabalho que apoiaram a realização deste projeto, em especial, minha Líder, Lisiane Largura, principal incentivadora e motivadora.

Agradeço por fim, à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que proporcionou a estrutura necessária para que eu pudesse concluir meus estudos de graduação e me capacitar para o mercado de trabalho.

Resumo

A demanda pela utilização de produtos petroquímicos no mercado vem aumentando cada vez mais, uma vez que estes vêm substituindo muitos materiais com o intuito de agregar maior durabilidade e valor. Quando o assunto é produto petroquímico o foco se volta para a matéria-prima, a qual é considerada *commodite* e, por ter preço regulado por cotações internacionais, permite um baixo poder de negociação. Como o maior custo dos produtos petroquímicos é atribuído à matéria-prima – em torno de 80% do custo do produto da 3ª geração petroquímica – as empresas visam uma maior integração dos sistemas de fornecimento e produção, a fim de minimizar as perdas por logística. O presente trabalho tem o objetivo de analisar a eficiência do sistema de fornecimento de matéria-prima para uma indústria petroquímica, identificando as causas das perdas para que ações corretivas possam ser tomadas para minimizar as ineficiências neste processo. Foram recolhidos dados de fornecimento de 7 refinarias para 5 plantas petroquímicas, durante o período de 9 meses. Para cada unidade fornecedora, definiu-se uma capacidade ideal de fornecimento através do histórico das quantidades entregues nos anos anteriores, e, com as medições das quantidades reais fornecidas a cada mês, calculou-se o Índice de Eficiência Global do fornecimento de matéria-prima. As quantidades de matéria-prima que não foram fornecidas foram identificadas e classificadas em seis categorias de perdas: qualidade, parada, industrial, logística, por parte do cliente e comercial. As análises dos dados mostraram que as principais ações a serem tomadas devem ser focadas no aumento da competitividade da matéria-prima, otimizando o sistema logístico dos modais rodoviário e marítimo, na confiabilidade industrial e na otimização da produção através do aumento de operabilidade das refinarias. Depois de implementado, o trabalho foi apresentado para a empresa fornecedora, tendo grande aceitação e sendo reconhecido como um importante projeto de melhoria. Além disso, é importante parte do Plano de Desenvolvimento da empresa, fazendo com que as perdas no fornecimento sejam identificadas e tratadas, para aumentar a lucratividade e a competitividade dentro do seu mercado de atuação.

Palavras chave: Índice de Eficiência Global; perdas; fornecimento de matéria-prima.

Lista de Figuras

Figura 2.1: Oito pilares da teoria da TPM sugeridos pelo JIPM. Adaptado de Ahuja e Khamba, (2008).	3
Figura 2.2: Modelo de minimização de perdas. Adaptado de Moore, (2007).....	7
Figura 3.1: Mapa do Brasil com a localização das unidades fornecedoras e as plantas petroquímicas clientes analisadas.....	8
Figura 4.1: IEG e perdas segregadas por fornecedor e cliente.	19
Figura 4.2: IEG de produção e parcelas de perdas por categoria acumulados durante o período de janeiro a setembro de 2013.....	20
Figura 4.3: Discriminação das perdas de produção por suprimentos em categorias.....	21

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Expansões da teoria do IEG com o passar dos anos. Adaptado de Lanza <i>et al.</i> , (2013).....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4.1: Capacidades ideais anual, mensal e diária de cada refinaria.....	11
Tabela 4.2: Quantidades mensais fornecidas em toneladas de cada refinaria no período de janeiro à setembro de 2013.	12
Tabela 4.3: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 1.	13
Tabela 4.4: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 2.	14
Tabela 4.5: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 3.	15
Tabela 4.6: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 4.	16
Tabela 4.7: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 5.	17
Tabela 4.8: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 6.	17
Tabela 4.9: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 7.	18
Tabela 4.10: IEG e perdas mensais das quantidades acumuladas das refinarias.	20

Lista de Abreviaturas e Siglas

TPM Manutenção produtiva total

IEG Índice de eficiência global

D Disponibilidade

De Desempenho

Q Qualidade

E Eficiência

1 Introdução

A cada ano observa-se um aumento da demanda de produtos derivados do setor petroquímico; produtos como o plástico, por exemplo, estão ganhando espaço no dia-a-dia das pessoas substituindo materiais mais frágeis, pouco duradouros e pesados. Empresas de diferentes setores do mercado encontram aplicações variadas para estes derivados, buscando agregar maior valor ao seu produto.

Sempre que se fala no setor petroquímico o foco se torna principalmente a matéria-prima, visto que esta representa mais de 80% do custo do produto final. Outro fator importante é o fato desta matéria-prima ser uma *commodite*, mercadoria produzida em grandes quantidades cujo valor é regulado por cotações internacionais, o que diminui as margens de negociação de preços.

O mercado petroquímico no Brasil segue uma demanda do tipo *push*, na qual a produção é planejada em antecipação aos pedidos dos clientes, o que aumenta a probabilidade de erros, tendo em vista a incerteza da real demanda do mercado que leva a uma maior chance de perdas.

Tendo em vista este cenário, os maiores esforços das indústrias do setor petroquímico se voltam para ações que visam aumentar a competitividade da matéria-prima e a confiabilidade nos processos de produção e de transporte, tornando o sistema integrado uma das estratégias mais importantes para a minimização das perdas.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise da eficiência do sistema de fornecimento de matéria-prima para a indústria petroquímica brasileira, identificando as principais perdas no processo de fornecimento a fim de direcionar as ações corretivas para as causas destes problemas, visando a otimização do fornecimento e, em consequência, o aumento dos ganhos econômicos da empresa.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica da ferramenta de gestão *Total Productive Maintenance* e seu principal indicador Índice de Eficiência Global, a fim de elucidar os conceitos nos quais este trabalho se baseia.

2.1 TPM – Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)

TPM – Total Productive Maintenance, ou Manutenção Total Produtiva, é uma ferramenta de gestão, disseminada inicialmente no Japão por Seiichi Nakajima, a qual visa maximizar a eficiência de um equipamento, ou seja, aumentar sua produtividade. Segundo Mckone, Schroeder e Cua (2001), a TPM estabelece um sistema de manutenção produtiva que abrange toda vida útil do equipamento e as áreas relacionadas a este, envolvendo todos os níveis hierárquicos da empresa (da gerência até o chão de fábrica, operação) e promovendo a manutenção produtiva através da gestão motivacional e atividades voluntárias de pequenos grupos. No mesmo caminho, Ahuja e Khamba (2008), citam que os quatro elementos chave da TPM são o treinamento do trabalhador, o envolvimento do operador, a criação de equipes e a manutenção preventiva; como base desta ferramenta estão a criação de equipes multifuncionais, a melhoria da eficiência da gestão de operações de manutenção e a implementação de sistemas de informação para apoiar o desenvolvimento de equipamentos importados com menor custo e maior confiabilidade.

A TPM preza pela manutenção das funções dos equipamentos e das plantas, evitando quebras ou falhas, o que, segundo o próprio Nakajima, é o oposto da cultura de gerenciamento adotada pela escola ocidental, que segue o modelo de manutenção pós falha. Na cultura da TPM, um equipamento novo não está no seu melhor nível de desempenho e, sendo assim, deve-se sempre aprimorar seu funcionamento em busca de uma melhor eficiência e produtividade. Seguindo esta lógica, a restauração de um equipamento danificado é feita através da busca para deixá-lo com maior produtividade do que quando foi concebido, indo contra o pensamento de colocá-lo o mais rápido possível em funcionamento. Desta forma, preza-se pelo retorno de operação com maior eficiência de quando houve a falha, mantendo, assim, um conceito de melhoramento contínuo. De forma resumida, a TPM é uma teoria baseada na prevenção e não na remediação dos problemas (MOORE, 2007).

Prezando muito mais pela segurança e a correta utilização dos equipamentos, a TPM visa sempre expandir a capacidade de produção evitando investir em novos equipamentos e aumento de efetivo, em paralelo à diminuição dos custos de manutenção e ao aumento do tempo de funcionamento das máquinas.

O *Japan Institute of Plant Maintenance* – JIPM (Instituto Japonês de Manutenção de Plantas) prega que a implementação da TPM deve ser baseada em oito conceitos, considerados pilares da teoria: Manutenção Autônoma, Manutenção Focalizada, Manutenção Planejada, Manutenção da Qualidade, Educação e Formação, TPM Administrativo ou de Escritório, Gestão de Desenvolvimento e Segurança, Saúde e Meio Ambiente (AHUJA e KHAMBA, 2008). A Figura 2.1 mostra um esquema da teoria da TPM.

A TPM surgiu como uma estratégia competitiva fundamental para organizações de negócios no mercado global (AHUJA e KHAMBA, 2008) e, segundo Sperancetta (2005), foca nas perdas encontradas nas atividades de produção.

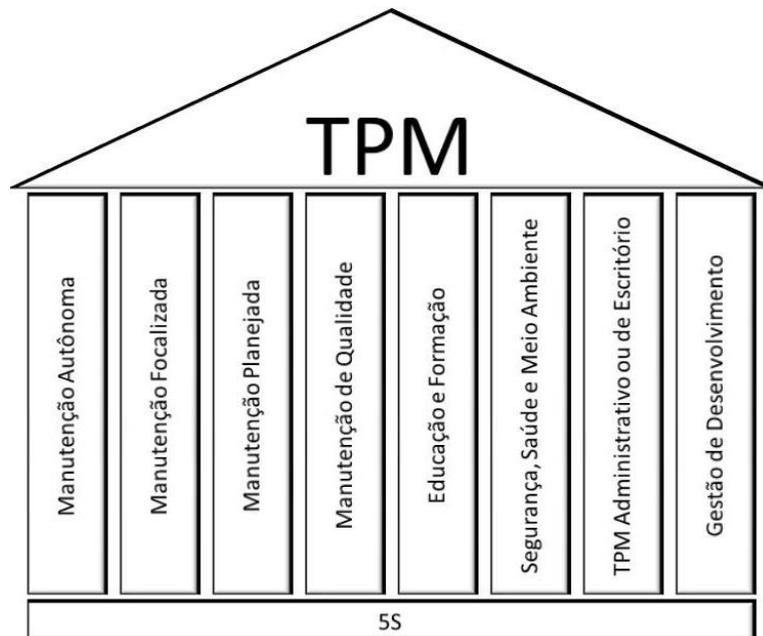


Figura 2.1: Oito pilares da teoria da TPM sugeridos pelo JIPM. Adaptado de Ahuja e Khamba (2008).

A implantação da TPM modifica a estrutura das organizações, quebrando barreiras entre manutenção e produção através do compartilhamento de informações entre diferentes áreas da indústria (MCKONE, SCHROEDER e CUA, 2001). De acordo com Ahuja e Khamba (2008), e Mckone, Schroeder e Cua (2001), diversas empresas reportam benefícios e melhorias após adotarem a prática da TPM. Mckone, Schroeder e Cua (2001), ainda citam Constance Dyer, Diretor de Pesquisas e Desenvolvedor da TPM de Produto, o qual garante que empresas que adotam esta prática atingem taxas de até 70% de redução em perdas de produção, 40% de aumento na capacidade de produção, 50% de aumento na produtividade de trabalho e 60% de redução nos custos de manutenção por unidade.

A TPM, de modo geral, baseia-se na medida de indicadores, nos quais se inclui o OEE - *Overall Effectiveness Equipment* ou Índice de Eficiência Global (IEG), que será discutido com maiores detalhes a seguir.

2.2 IEG – Índice de Eficiência Global (Overall Equipment Efficiency)

Não é de hoje que medidores de desempenho são utilizados como importantes ferramentas de gestão de negócios; em indústrias, podem ser usados para mensurar atividades como produção, manutenção, segurança, logística e treinamento, sendo possível, ainda, avaliar qualidade de processos e produtos e os custos da empresa, tendo como maior finalidade verificar a eficiência destas atividades e as perdas no processo em questão.

Um indicador muito utilizado para a medida de desempenho é o OEE – *Overall Effectiveness Equipment*, ou Índice Eficiência Global, o qual é uma das bases da TPM. Este indicador não se limita a quantificar apenas o desempenho relacionado à manutenção,

mas também agrega medidas relacionadas à área de produção (SPERANCETTA, 2005). Segundo Lanza *et al.* (2013), o IEG é a principal medida de avaliação da TPM que deve ser maximizada, e que compara nível de operação com o potencial de desempenho ideal de uma planta.

A literatura define o IEG como sendo função de três índices de rendimento: disponibilidade (D), desempenho (De) e qualidade (Q). Conforme mostrado na Equação 2.1.

$$IEG(\%) = D(\%) \times De(\%) \times Q(\%) \quad (2.1)$$

A fim de se compreender o real conceito do IEG é necessário que cada uma dessas dimensões de rentabilidade seja detalhada, o que será feito a seguir.

Disponibilidade (D)

Moraes e Santoro (2006), definem taxa de disponibilidade como sendo o percentual de tempo operacional de uma máquina, não levando em conta o tempo em que está parada. Este índice é baseado no tempo total de paradas não planejadas da máquina, ou seja, é a relação entre o tempo de operação real e o tempo de operação teórico (planejado), onde o tempo de paradas não planejadas é destacado (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000). O cálculo da taxa de disponibilidade é mostrado na Equação 2.2.

$$D = \frac{\text{Tempo planejado} - \text{Tempo das paradas}}{\text{Tempo planejado}} \times 100 \quad (2.2)$$

Desempenho (De)

Segundo Dal, Tugwell e Greatbanks (2000), a taxa de desempenho mede a relação da velocidade real de operação do equipamento pela velocidade ideal de operação, sendo o produto da taxa de velocidade de operação (diferença entre tempo real e tempo ideal de operação) e a taxa de operação líquida (operação em uma velocidade estável em um determinado espaço de tempo, por exemplo um turno), mostrada na Equação 2.3:

$$De = (\text{Taxa de operação líquida} \times \text{Taxa de velocidade de operação}) \times 100 \quad (2.3)$$

$$\text{Taxa de operação líquida} = \frac{\text{Produção} \times \text{Tempo de ciclo real}}{\text{Tempo de operação}} \quad (2.4)$$

$$\text{Taxa de velocidade de operação} = \frac{\text{Tempo de ciclo planejado}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad (2.5)$$

Moraes e Santoro (2006), por sua vez, traduzem este índice como sendo a relação da capacidade total (incluindo rejeitos e retrabalhos) pela capacidade disponível, a qual é definida sabendo-se todas as paradas programadas.

Sperancetta (2005), apresenta, ainda, uma outra definição, dada pela Equação 2.6, que define esta dimensão como sendo a razão entre o produto do tempo padrão para produção de uma unidade (tempo de ciclo) e o número de unidades produzidas pelo tempo de operação (tempo planejado menos tempo das paradas).

Uma análise mais cuidadosa dessas equações mostra que os autores seguem o mesmo conceito em relação a esta medida, visto que a equação final é a mesma.

$$De = \frac{\text{Produção} \times \text{Tempo de ciclo planejado}}{\text{Tempo de operação}} \times 100 \quad (2.6)$$

Qualidade (Q)

Segundo Dal, Tugwell e Greatbanks, (2000), a taxa de qualidade é usada para evidenciar a proporção de produtos defeituosos na produção de produtos total, o que Moraes e Santoro, (2006), ratificam conceituando como o percentual de peças boas produzidas, que é mostrada na Equação 2.7, proposta por Sperancetta (2005).

$$Q = \frac{\text{Produção total} - \text{Produção de defeituosos}}{\text{Produção total}} \quad (2.7)$$

A literatura mostra que os valores bases dos índices para o cálculo do IEG não são bem definidos. A proposta inicial de disponibilidade maior que 90%, desempenho maior que 95%, qualidade maior que 99% e IEG maior que 85% são questionáveis. Autores divergem quanto aos valores de IEG para se considerar uma empresa de classe mundial, uma vê que taxas entre 30 e 85% são facilmente encontradas, sendo mensurada uma média de 60% a nível global (SPERANCETTA, 2005). Na prática, estes valores variam de acordo com o segmento de negócio sendo necessária uma comparação entre empresas que atuam no mesmo nicho de mercado para que se faça a real análise do desempenho de uma empresa.

Com o passar dos anos, muitas extensões e variações do IEG original foram propostas, tanto para um simples equipamento ou planta como para uma fábrica completa (LANZA *et al.*, 2013). Algumas destas variações podem ser vistas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Expansões da teoria do IEG com o passar dos anos. Adaptado de Lanza *et al.* (2013).

	Conceito	Cálculo	Símbolos
TEEP	Extensão da IEG pela integração de quedas planejadas	$TEEP = UE \times D \times De$	UE: Utilização do equipamento
OAE/OPE	Relação entre produção real e planejada	$OAE = \frac{P_{real}}{P_{plan}}$	P: Produção
		$OPE = \frac{T_{real}}{T_{plan}}$	T: Tempo de produção
OLE	Sistema de produção para diversos processos como um todo	$OLE = \frac{t_{total,n}}{t_{plan}} \times \frac{O_n \times \max_{i=l} T_i}{T_{total,l}}$	t: Tempo de operação n: índice da última estação l: índice de linha T: tempo de produção
OEEML/TOEE	Identificação da etapa crítica da linha de produção e consideração da dissociação	$OEEML = \frac{P_n^{Real}}{T_l^{plan}}$	G: Gargalo
		$= \frac{t_g}{t_l} \times TOEE_l$	PD _{ext} : Perda de disponibilidade devido a manutenção preventiva
		$TOEE = PD_{int} \times PD_{ext} \times OEE$	PD _{int} : Perda de disponibilidade devido causas externas

A ideia fundamental da IEG, segundo Lanza *et al.* (2013), é baseada na concepção de que o potencial ideal operacional é reduzido por várias perdas. Complementando, Moore (2007), cita que quantificar e gerenciar essas perdas e tomar decisões de acordo com cada uma é fundamental para a melhoria da empresa e com isso afirma que o IEG é um indicador geral e não uma meta a ser alcançada. Neste mesmo caminho Dal, Tugwell e Greatbanks (2000), citam que, além de proporcionar um bom monitoramento de produção, este índice é como uma medida de potencial de melhoria que a IEG deve ser vista e que, se usada para gerir o processo de melhorias, esta medida irá se mostrar muito útil como um guia para rastrear as ineficiências de um processo de produção.

Inicialmente foram definidas 6 (seis) grandes perdas na taxa do IEG e que são essencialmente uma função da disponibilidade, do desempenho e da qualidade (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000). As perdas são listadas abaixo:

Perdas relacionadas à disponibilidade (D):

- por falha ou quebra nos equipamentos;
- por tempo de preparação e ajustes.

Perdas relacionadas ao desempenho (De):

- por inutilidade ou pequenas paradas;
- por redução de velocidade.

Perdas relacionadas à qualidade (Q):

- por baixo rendimento;
- por baixa qualidade ou retrabalho.

A Figura 2.2 sugere um modelo de como medir a IEG e minimizar as perdas encontradas num processo.

Com o passar dos anos a teoria da TPM foi evoluindo e novas propostas foram surgindo. Ljungberg (1998), propõe que as grandes perdas passaram de 6 (seis) para 16 (dezesesseis) e que há a tendência de decompor, cada vez mais, essas perdas; é visto, ainda, que algumas empresas criaram perdas específicas aos seus negócios, de tal forma que perdas podem variar de acordo com as exigências de cada área de atuação (MOORE, 2007).

A medida do IEG é um cálculo aplicado basicamente a equipamentos, porém existem extensões deste conceito para linhas de produção individuais (LANZA *et al.*, 2013). De acordo com os autores, não há nenhuma extensão global deste conceito de efetividade que defina e resuma os parâmetros que influenciam uma rede global de produção.

Em contraponto a esta afirmação, Moraes e Santoro (2006), baseiam-se na metodologia genérica do IEG para propor uma adaptação desta teoria para aplicação em linhas de produção e justificam esta abordagem devido à importância de uma medida de

eficiência em sistemas de alto volume e a falta de uma terminologia clara e abrangente para eficiência.

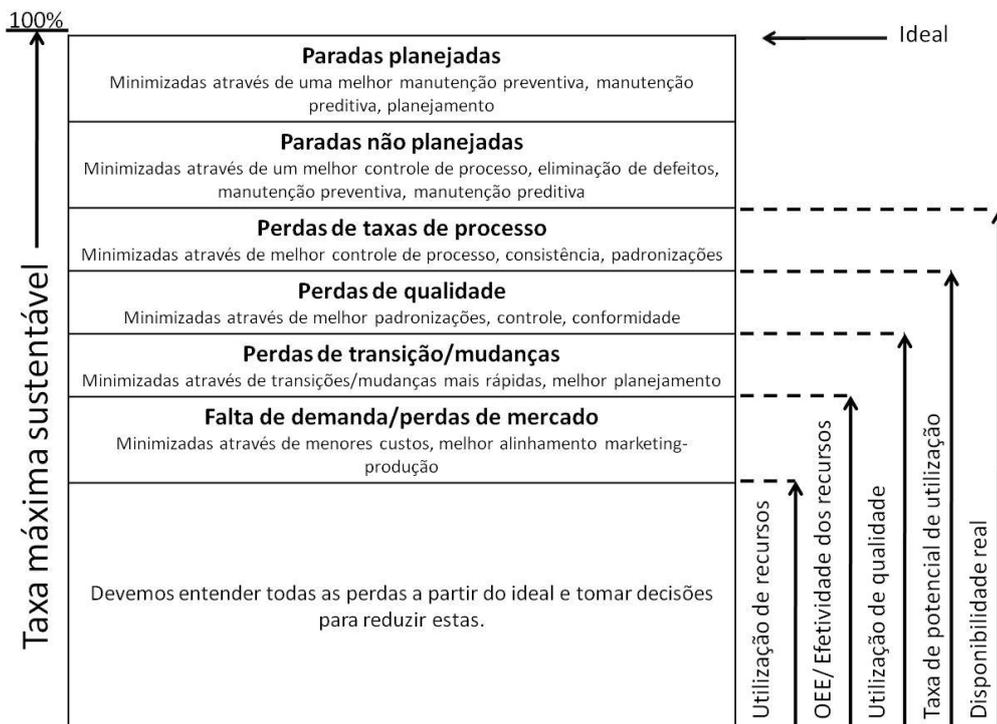


Figura 2.2: Modelo de minimização de perdas. Adaptado de Moore, (2007).

A eficiência (E) é definida como a relação entre a capacidade real de operação e a capacidade efetiva, sendo a primeira, a capacidade observada em um determinado período de operação e, a segunda, a capacidade apresentada pelo sistema, planejada. A Equação 2.8 apresenta esta definição.

$$E(\%) = \frac{\text{Capacidade real}}{\text{Capacidade ideal}} \quad (2.8)$$

A relação entre eficiência e IEG é mostrada através das Equações 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12, as quais relacionam tempos de produção com capacidades de produção.

$$E(\%) = IEG(\%) \quad (2.9)$$

$$D = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{Capacidade ideal}} \quad (2.10)$$

$$De = \frac{\text{Capacidade total}}{\text{Capacidade disponível}} \quad (2.11)$$

$$Q = \frac{\text{Capacidade real}}{\text{Capacidade total}} \quad (2.12)$$

$$E(\%) = \frac{\text{Capacidade real}}{\text{Capacidade ideal}} \quad (2.8)$$

3 Metodologia

Este capítulo mostra a adaptação das teorias apresentadas na revisão bibliográfica para o caso de fornecimento de matérias primas para uma indústria petroquímica.

Foram analisados os fornecimentos mensais de 7 (sete) refinarias para 5 (cinco) plantas petroquímicas em um período de 9 (nove) meses (janeiro de 2013 à setembro de 2013). Como o fornecimento da matéria-prima de uma refinaria não se dá especificamente para uma determinada planta não foi discriminado para qual planta cada refinaria forneceu e nem o modal de transporte utilizado para o fornecimento.

A Figura 3.1 identifica no território brasileiro a localização de cada unidade fornecedora e cada planta cliente; é importante constar que, devido à localização geográfica das Refinarias 2 e 7 só é possível o fornecimento de matéria-prima via modal rodoviário e modal marítimo, respectivamente.

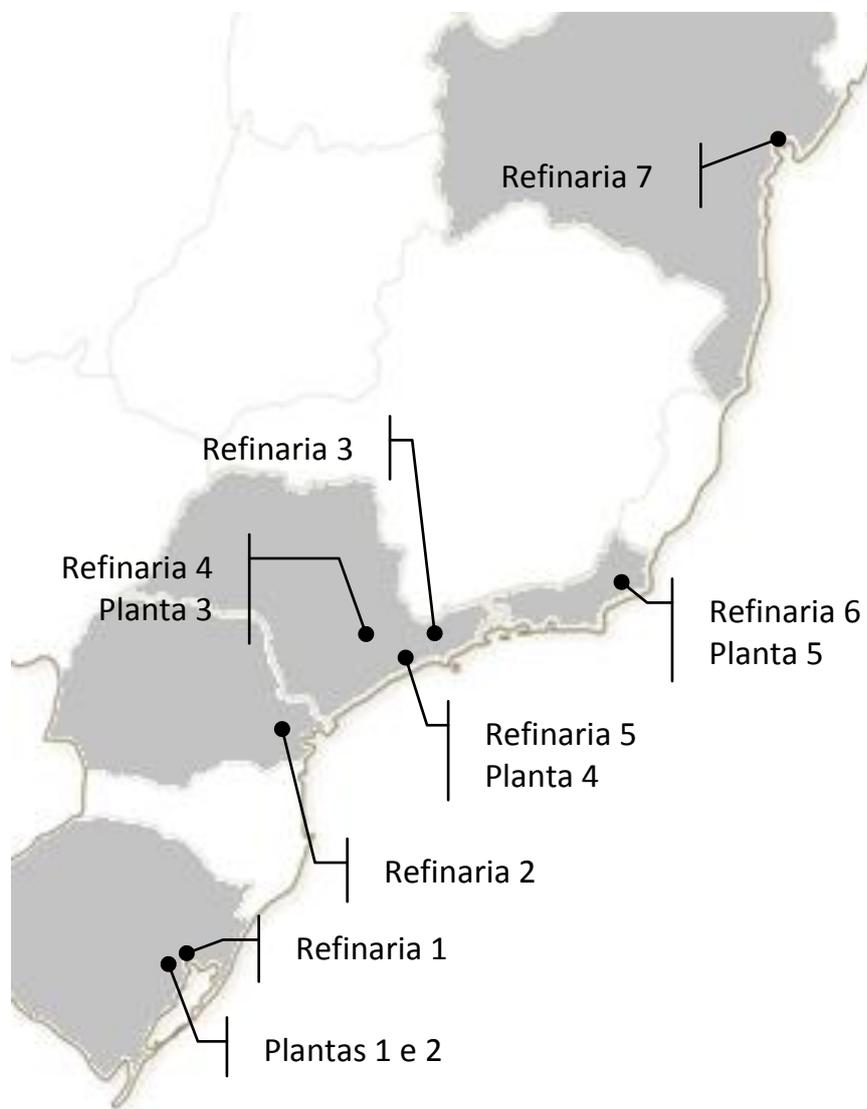


Figura 3.1: Mapa do Brasil com a localização das unidades fornecedoras e as plantas petroquímicas clientes analisadas.

3.1 Adaptação do indicador IEG para medida da eficiência do fornecimento de matéria-prima

Conforme comentado anteriormente, o IEG sofreu várias adaptações com o passar do tempo para se enquadrar a situações específicas. Neste trabalho, o IEG foi expandido para o sistema de fornecimento de matéria-prima para uma indústria petroquímica. Usando o conceito de eficiência definido por Moraes e Santoro (2006), foram calculados os valores de IEG referentes a cada refinaria para cada período de fornecimento (mês).

Ao longo deste trabalho são usadas duas nomenclaturas para melhor compreensão das partes envolvidas: fornecedor é aquele que produz e vende a matéria-prima, ou seja, as refinarias, e cliente é aquele que compra e consome a matéria-prima, ou seja, a empresa petroquímica.

Para cada refinaria foi definida uma capacidade total anual de fornecimento, que se refere à capacidade instalada. Esta capacidade total levou em conta a capacidade de produção total mensal e a quantidade máxima mensal já fornecida por cada refinaria. Para a realização dos cálculos foi necessário ter o conhecimento da capacidade total mensal de fornecimento de cada refinaria. Para isso a capacidade de produção total anual foi dividida por 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias, que representa o número de dias em um ano não bissexto, e multiplicada pelo número de dias de cada mês.

A capacidade real foi considerada como a quantidade fornecida medida em cada mês. A verificação da quantidade fornecida foi feita através de medidores instalados nas linhas de fornecimento, para as refinarias que fornecem via tubulação, através da pesagem de caminhões no carregamento e na descarga da matéria-prima, quando esta foi transportada através de carretas, e na medição bordo origem e bordo destino, quando utilizado o modal de transporte marítimo.

As diferenças entre capacidade total e quantidade fornecida foram consideradas como as perdas do processo. O grau de detalhamento destas depende do segmento de atuação de cada empresa e dos principais fatores que influenciam o desempenho do processo em questão. Quanto mais específico for o acompanhamento dos dados maior será a informação sobre as ineficiências e, assim, maior a oportunidade de implementar projetos de melhorias e de identificar pontos que necessitam maiores investimentos para aumentar o índice de eficiência da planta.

A determinação das perdas é o objetivo da teoria do IEG e, conseqüentemente, deste trabalho. Para isto, foi necessário fazer um estudo dos principais problemas na produção e no fornecimento da matéria-prima e adaptar as perdas para o sistema estudado.

A seguir são nomeadas e conceituadas as perdas no processo.

3.1.1 Perdas de Qualidade

Perdas de qualidade são as perdas referentes à não especificação da matéria-prima, ou seja, todas as quantidades que foram deixadas de fornecer ou foram fornecidas em regime de concessão pois estavam abaixo da qualidade especificada nos contratos de fornecimento e poderiam causar alguma perda no processo de produção do cliente.

3.1.2 *Perdas por Parada*

Perdas de parada são a diferença entre a capacidade total e a quantidade fornecida que deixou de ser entregue devido a paradas planejadas informadas previamente dentro da antecedência acordada entre fornecedor e cliente.

3.1.3 *Perdas Industriais*

Perdas industriais são consideradas como sendo toda aquela quantidade de matéria-prima não fornecida devido a falhas em equipamentos, paradas de planta não planejadas, paradas de manutenção sem aviso prévio ou fora do prazo acordado, paradas devido à falta de energia ou alguma outra causa que influencie na produção da matéria-prima.

3.1.4 *Perdas Logísticas*

Foram consideradas perdas logísticas as quantidades que não foram fornecidas devido a problemas que afetassem o transporte da matéria-prima, tanto via rodoviário, tubo ou navios, por parte do fornecedor, como por exemplo, a falha em uma baía de carregamento de carretas ou de uma bomba de transporte via duto.

3.1.5 *Perdas por parte do Cliente*

As perdas por parte do cliente são todas aquelas quantidades de matéria-prima que não foram fornecidas por solicitação ou problemas nas plantas clientes. Englobam paradas emergenciais, paradas planejadas, estratégias comerciais, problemas de logística por parte do cliente, ou seja, todas perdas que foram geradas e que foram responsabilidade do cliente.

3.1.6 *Perdas Comerciais*

Foram consideradas perdas comerciais todas aquelas diferenças entre a quantidade de matéria-prima fornecida e a quantidade mensal contratual, ou seja, quando as perdas não se enquadrarem no conceito das perdas conceituadas acima.

As perdas foram classificadas em cada categoria após uma análise da causa que levou ao não fornecimento da matéria-prima. A soma de todas as perdas e o total fornecido é igual à capacidade total mensal. Essas perdas foram representadas como percentual o qual é obtido pela razão da quantidade deixada de fornecer sobre a capacidade de fornecimento total mensal, multiplicado por 100 (cem).

O IEG, ou eficiência, do fornecimento de cada mês também foi apresentado em percentual e foi definido como a razão entre quantidade fornecida mensal e a capacidade total mensal de fornecimento e multiplicando por 100 (cem). A soma das porcentagens das perdas e do IEG é sempre 100% (cem por cento).

4 Apresentação e análise dos dados

Neste capítulo são apresentados os dados de acompanhamento das medições e as análises feitas quanto ao fornecimento de matéria-prima proveniente de 7 (sete) refinarias, assim como as operações gargalos referentes às principais perdas neste processo.

4.1 Definição das capacidades totais disponíveis

Para se conseguir mensurar a eficiência do sistema de fornecimento de matéria-prima era necessário que se tivesse um parâmetro da quantidade máxima possível a ser fornecida por cada refinaria.

Sendo assim, através do histórico das medições dos anos anteriores e dos contratos de fornecimento foram definidas as capacidades totais que cada refinaria está apta a fornecer em casos ideais, ou seja, sem que ocorra nenhuma parada, falha ou decisão comercial, levando em conta sua capacidade instalada.

As capacidades mensais foram determinadas como mencionado no capítulo anterior, Materiais e Métodos está mostrada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Capacidades ideais anual, mensal e diária de cada refinaria.

Refinaria	Capacidade Anual (t)	Capacidade Mensal (t)		Capacidade Diária (t)
		30 dias	31 dias	
Refinaria 1	108.000	8.880	9.176	296
Refinaria 2	150.000	12.330	12.741	411
Refinaria 3	170.000	13.980	14.446	466
Refinaria 4	253.000	20.790	21.483	693
Refinaria 5	170.000	13.980	14.446	466
Refinaria 6	100.000	8.220	8.494	274
Refinaria 7	30.000	2.460	2.542	82
Total	981.000	80.640	83.328	2.688

4.2 Análise do Índice de Eficiência Global do fornecimento de matéria-prima por unidade fornecedora

Para a análise do índice de eficiência global do fornecimento de matéria-prima foi realizada uma medição mensal das quantidades fornecidas por cada refinaria, as quais são apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Quantidades mensais fornecidas em toneladas de cada refinaria no período de janeiro à setembro de 2013.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
Refinaria 1	9.538	8.610	3.868	6.617	0	0	8.585	8.486	8.631	54.335
Refinaria 2	10.686	10.449	11.465	6.877	7.628	7.609	4.876	4.414	10.542	74.546
Refinaria 3	13.705	11.373	12.657	8.136	10.366	10.718	10.481	7.549	5.054	90.039
Refinaria 4	20.123	16.275	17.114	12.107	16.275	18.157	17.815	18.279	18.119	154.264
Refinaria 5	15.008	11.611	15.054	10.201	12.566	11.569	132	13.703	13.025	102.869
Refinaria 6	7.005	5.964	1.742	1.662	0	0	0	1.205	3.407	20.985
Refinaria 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	76.065	64.282	61.900	45.600	46.835	48.053	41.889	53.636	58.778	497.038

Conhecendo a capacidade total de matéria-prima disponível de cada refinaria e a quantidade efetivamente entregue, foi possível mensurar as eficiências mensais do fornecimento seguindo o conceito de Moraes e Santoro (2006), apresentado no referencial bibliográfico.

A seguir são mostrados os resultados para cada unidade fornecedora.

4.2.1 Refinaria 1

A Tabela 4.3 apresenta os IEG's e as perdas mensais, assim como o IEG acumulado sem levar em conta os meses de duração da renegociação do contrato de fornecimento.

As maiores perdas apresentadas na análise do fornecimento proveniente da Refinaria 1 são definidas como perdas por parte do cliente e perdas comerciais, o que evidencia um bom rendimento de entrega de matéria-prima, considerando apenas a performance industrial da refinaria e excluindo as perdas comerciais, oriundas da renegociação do contrato de fornecimento e que foram superadas após este período.

Especificamente, as perdas de maio e junho, referentes à discussão de contrato entre fornecedor e cliente, não permitiram a análise da eficiência do fornecimento neste período. Nos meses de agosto e setembro ocorreram pequenas restrições de produção, o que acarretou em perdas industriais.

A inclusão do período de renegociação de contrato prejudicou o IEG total de fornecimento, sendo assim, a análise da eficiência de fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 1 foi realizada excluindo-se os meses de maio e junho, resultado apresentado na última coluna desta tabela. É possível notar que, em termos de produção da matéria-prima, esta refinaria apresentou uma média alta de eficiência de fornecimento.

Tabela 4.3: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 1.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total	Total ex Mai/Jun
IEG (%)	100,0	100,0	42,2	74,5	0,0	0,0	93,6	92,5	97,2	66,7	85,7
Comercial (%)	-	-	-	-	100,0	100,0	6,4	-	-	22,9	0,9
Parada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrial (%)	-	-	-	-	-	-	-	7,5	2,8	1,1	1,5
Logística (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cliente (%)	-	-	57,8	25,5	-	-	-	-	-	9,3	11,9

4.2.2 Refinaria 2

A Tabela 4.4 mostra as análises feitas no fornecimento de matéria-prima da Refinaria 2 durante o período de janeiro a setembro de 2013. Conforme pode ser observado, a Refinaria 2 apresentou grandes perdas por parte do cliente, sendo que a maioria destas perdas foi proveniente de estratégias comerciais. Porém houve perdas também por parada programa de manutenção e pequenas paradas emergenciais.

Tabela 4.4: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 2.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
IEG (%)	83,9	90,8	90,0	55,8	59,9	61,7	38,3	34,6	85,5	66,4
Comercial (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrial (%)	-	-	5,0	-	-	-	-	-	7,8	1,4
Logística (%)	16,1	9,2	5,0	-	-	-	-	-	-	3,3
Cliente (%)	-	-	-	44,2	40,1	38,3	61,7	65,4	6,7	28,8

Em janeiro, fevereiro e março, foram constatadas perdas logísticas. O sistema de carregamento de carretas apresentou problemas, o que restringiu a distribuição de matéria-prima, visto que esta refinaria só fornece matéria-prima via modal rodoviário. Verificou-se, assim, um bom ponto de melhoria para que a eficiência de fornecimento desta refinaria aumente.

Em março e setembro as análises do fornecimento apresentaram perdas industriais referentes a perfis baixos de produção, mostrando um foco de ineficiência a ser investigado.

Os meses de abril, maio, junho, agosto e setembro apresentaram perdas por parte do cliente oriundas de estratégias comerciais. Como esta refinaria se encontra em uma posição geográfica desfavorável para o fornecimento de matéria-prima via dutos, o fornecimento é penalizado pelo acréscimo no custo devido frete, o que torna a matéria-prima proveniente desta unidade de fornecimento menos competitiva comercialmente. Este é um ponto que deve ser discutido nas próximas renovações dos contratos de fornecimento, a fim de viabilizar matéria-prima mais competitiva proveniente da Refinaria 2.

Em maio e junho também ocorreram pequenas paradas emergenciais em uma das plantas clientes. Em junho ainda houve parada programada de manutenção em outra das plantas consumidoras, a qual se estendeu pelo mês seguinte.

As análises mostraram que a Refinaria 2 possui duas causas de ineficiências principais no fornecimento de matéria-prima e que devem ser tratadas a fim de IEG desta refinaria: competitividade comercial da logística de fornecimento da matéria-prima.

4.2.3 Refinaria 3

As análises feitas na Refinaria 3, apresentadas na Tabela 4.5, mostraram que esta possui problemas industriais que devem ser investigados para que se possa aumentar a eficiência do fornecimento.

Tabela 4.5: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 3.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
IEG (%)	94,9	87,2	87,7	58,2	71,8	76,7	72,6	52,3	35,2	70,8
Comercial (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	63,8	7,0
Qualidade (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrial (%)	5,1	12,8	12,3	-	-	-	3,6	22,6	-	6,3
Logística (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cliente (%)	-	-	-	41,8	28,2	23,3	23,8	25,1	-	15,9

No período de janeiro a março a refinaria apresentou perdas industriais devido a limitações operacionais em sua planta. Em julho e agosto uma parada emergencial afetou o rendimento de fornecimento da unidade fornecedora, acarretando em perdas industriais.

Grande parte das perdas por parte do cliente no período de abril a agosto é proveniente de estratégias comerciais da empresa cliente frente ao mercado. Em junho e julho houve, ainda, a ocorrência de duas pequenas paradas emergenciais nas plantas clientes

Em setembro o IEG apresentado foi baixo pois houve perda por parada programada da unidade fornecedora.

Foi constatado então que, com investimento em tratativas para as limitações operacionais identificadas, é possível aumentar a eficiência de fornecimento desta refinaria mesmo que esta tenha mostrado uma média considerável durante o período de estudo.

4.2.4 Refinaria 4

Os dados coletados na Tabela 4.6 referentes ao fornecimento da Refinaria 4 apresentaram IEG's elevados em relação às 3 (três) primeiras refinarias discutidas.

Em janeiro e fevereiro foi identificada uma dificuldade de especificação da matéria-prima pela refinaria, impossibilitando o fornecimento. Embora tenham ocorrido perdas, a eficiência de fornecimento se mostrou alta.

O período de março a setembro apresentou perdas referentes a demandas comerciais por parte da refinaria, ou seja, a refinaria deixou de fornecer por estratégia comercial; mesmo com estas perdas, o IEG apresentado neste período foi elevado, conforme pode ser observado nesta tabela..

Em maio e junho foram verificadas também perdas por parte do cliente referente a paradas emergenciais.

Tabela 4.6: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 4.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
IEG (%)	93,6	83,9	79,6	58,2	75,7	87,3	82,9	85,1	87,1	81,5
Comercial (%)	-	-	20,4	41,8	15,8	4,0	17,1	14,9	12,9	14,2
Parada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade (%)	6,4	16,1	-	-	-	-	-	-	-	2,4
Industrial (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Logística (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cliente (%)	-	-	-	-	8,4	8,7	-	-	-	1,9

As análises desta refinaria mostraram que, mesmo com perdas, a eficiência de fornecimento está acima da média apresentada até o momento. Porém, ficou claro que o real potencial de fornecimento desta refinaria é maior e tangível, visto que a maior parte das perdas apresentadas foi devido a manobras comerciais por parte do fornecedor.

4.2.5 Refinaria 5

A Tabela 4.7 apresenta os dados de fornecimento da Refinaria 5, a qual apresentou um alto índice de eficiência, porém houve perdas que podem identificar alguns pontos de melhorias no processo.

Em fevereiro foi verificada uma perda logística devido a problemas na linha de transporte do produto base da matéria-prima. Foi um problema pontual, visto que não se repetiu ao longo dos meses subsequentes.

De abril a setembro o fornecimento apresentou perdas comerciais, mais uma vez por estratégia de mercado por parte do fornecedor, que tomou a decisão de disponibilizar matéria-prima proveniente de outra refinaria.

Em junho e julho, além da decisão estratégica do fornecedor, houver paradas programadas nas plantas clientes, o que acarretou em perdas. Devido à parada de julho

Todas as medições, de janeiro a setembro, apresentaram perdas industriais, sendo a maior parte delas devido a limitações operacionais; porém, em junho e julho houve também perdas por parada programada.

Em agosto a refinaria sofreu uma parada emergencial, fruto dos problemas operacionais recorrentes durante os meses anteriores, possivelmente não sanados nas paradas programadas.

Das refinarias analisadas, a Refinaria 6 é a que possui o maior potencial para aumentar a eficiência de fornecimento, visto que esta não atingiu nem um terço da sua capacidade total de fornecimento no ano. Porém, para isso, é necessário que haja investimentos em manutenção e novos equipamentos por parte do fornecedor, o que demanda grandes custos e, normalmente, representa um impedimento.

4.2.7 Refinaria 7

A Tabela 4.9 mostra os resultados para a Refinaria 7 e observa-se que, em nenhum momento, esta refinaria forneceu matéria-prima ao cliente durante o período analisado.

O período de janeiro a setembro passou sem que o cliente achasse vantajoso o consumo da matéria-prima proveniente desta refinaria. A localização geográfica da refinaria exige uma logística marítima para o fornecimento e o sistema de carregamento de navios desta é ineficiente, aumentando o custo com frete e inviabilizando a competitividade da matéria-prima proveniente desta unidade fornecedora.

Em setembro, a viabilidade econômica da matéria-prima aumentou devido a uma queda nos preços internacionais, porém não houve fornecimento devido a problemas operacionais na refinaria.

Para que se tenha um aumento na competitividade da matéria-prima proveniente da Refinaria 7 é preciso focar no investimento em melhorias no sistema de carregamento de navios, o que torna o frete de alto custo e gera a perda de faturamento por esta unidade de fornecimento.

Tabela 4.9: IEG e perdas percentuais mensais e total do fornecimento de matéria-prima proveniente da Refinaria 7.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
IEG (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Comercial (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parada (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrial (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	11,0
Logística (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cliente (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	89,0

4.3 Análise das perdas

A Figura 4.1 apresenta um gráfico do total de matéria-prima fornecido do período analisado e as perdas acumuladas do fornecedor, as quais são o foco do trabalho, e do cliente. A análise desta figura mostra que as perdas por parte do fornecedor são maiores, se comparadas com as perdas de responsabilidade do cliente.

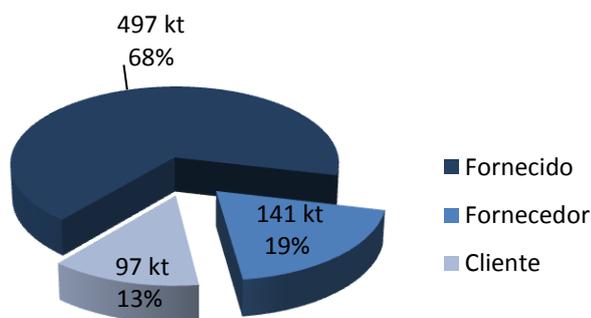


Figura 4.1: IEG e perdas segregadas por fornecedor e cliente.

4.3.1 Perdas por parte da empresa fornecedora de matéria-prima

Para se fazer uma análise das principais causas de perda no fornecimento da matéria-prima os valores mensais coletados das perdas e dos fornecimentos de cada refinaria foram consolidados na Tabela 4.10.

Ao discriminar as perdas provenientes do fornecedor foi verificado que os maiores desafios para que se obtenha uma melhor eficiência de fornecimento de matéria-prima são aumentar a confiabilidade das plantas produtoras de matéria-prima e aumentar a competitividade da matéria-prima.

Com base nessas análises foi possível constatar que é necessária uma priorização em investimentos na área de manutenção industrial para que boa parte das perdas seja eliminada, tanto na parte de produção como na parte de logística.

Uma integração entre fornecedor e cliente para que ações conjuntas sejam tomadas deve ser avaliada, já que, com a diminuição de problemas industriais, a eficiência de fornecimento aumentaria e, com isso, ambas as partes seriam beneficiadas.

Perdas comerciais são mais difíceis de serem contornadas pois, muitas vezes, as estratégias de mercado de fornecedor e cliente divergem. Uma saída seria estreitar laços implementando contratos flexíveis que possam beneficiar tanto fornecedor quanto cliente.

É de conhecimento que o mercado petroquímico brasileiro é influenciado por fatores e compromissos políticos o que torna a tomada de ações para diminuir as perdas

comerciais um assunto delicado a ser tratado e por consequência disto não é o foco do trabalho.

Tabela 4.10: IEG e perdas mensais das quantidades acumuladas das refinarias.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
IEG (%)	90,3	85,0	73,7	56,6	56,2	59,6	50,3	64,4	72,9	67,8
Comercial (%)	0,0	0,0	5,2	15,5	17,3	13,9	6,0	4,7	4,5	7,5
Parada (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	6,8	0,0	11,1	2,5
Qualidade (%)	1,6	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,7
Industrial (%)	2,6	4,5	10,9	8,1	10,2	5,1	4,0	13,5	10,5	7,7
Logística (%)	2,4	3,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Cliente (%)	3,0	3,0	9,4	19,9	16,3	16,3	37,1	17,4	1,0	13,2

4.3.2 Perdas por parte da empresa consumidora de matéria-prima

A empresa cliente já avaliava suas perdas de produção utilizando o IEG como ferramenta. Assim, como na análise da eficiência do fornecimento de matéria-prima, as perdas na produção são divididas em categorias. São elas: perda industrial, perda comercial e perda devido a suprimentos. A Figura 4.2 mostra a eficiência da produção e as parcelas de perdas por cada uma das três categorias acima mencionadas.

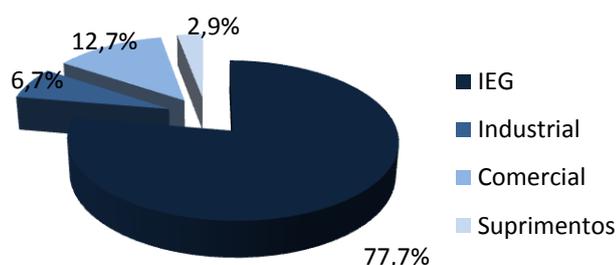


Figura 4.2: IEG de produção e parcelas de perdas por categoria acumulados durante o período de janeiro a setembro de 2013.

As perdas industriais e comerciais se enquadram na categoria de perda de fornecimento referente ao cliente, uma vez que toda quantidade de produto que não foi produzida, tanto por estratégia de mercado do produto ou por falhas operacionais das plantas da empresa cliente, é uma quantidade de matéria-prima que foi deixada de ser consumida.

As perdas por suprimentos são aquelas provenientes da falta de matéria-prima e de produtos secundários que não são agregados ao produto final, porém indispensáveis para sua produção.

As perdas por matéria-prima podem ter diversas causas, como mostrado no decorrer deste trabalho, e fazem referência à quantidade de matéria-prima que o fornecedor deixou de entregar. Muitas vezes, quando a falta de matéria-prima era de responsabilidade do fornecedor, suas causas não eram conhecidas e, assim, difíceis de serem tratadas. Este problema foi minimizado com o desenvolvimento deste trabalho.

As causas das perdas de produção por suprimentos foram discretizadas e são mostradas na Figura 4.3; pode-se notar que a maior parcela destas perdas de produção foi devido a paradas programadas de plantas, o que impacta diretamente no fornecimento de matéria-prima e é um dos itens enquadrados na categoria das perdas de fornecimento por parte do cliente.

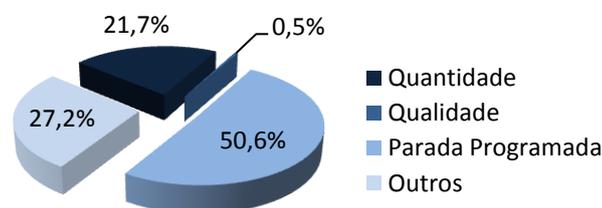


Figura 4.3: Discriminação das perdas de produção por suprimentos em categorias.

As perdas de suprimentos relacionadas à qualidade da matéria-prima correspondem às mesmas perdas consideradas perdas de fornecimento por qualidade e são aquelas em que a matéria-prima proveniente do fornecedor não atinge as especificações do cliente. Pode-se notar que, conforme mostrado anteriormente nas análises do fornecedor, esta perda foi uma parcela pequena em comparação com as outras categorias.

As perdas de produção por quantidade de matéria-prima fazem referência às quantidades deixadas de ser fornecidas, tanto por estratégias comerciais da área de suprimentos, quanto pelos outros motivos que se enquadram nas categorias apresentadas anteriormente nas perdas por parte do fornecedor. As análises mostraram que esta parcela da perda foi a segunda mais relevante das perdas de produção por suprimentos.

A análise da eficiência de produção do cliente mostrou que se as falhas operacionais forem minimizadas a demanda por matéria-prima aumentaria, o que favoreceria o fornecedor, e o IEG da empresa elevaria de nível, o que beneficiaria a empresa.

4.4 Workshop de integração entre fornecedor e cliente

Após o período de implementação do trabalho de análise das perdas no fornecimento de matéria-prima e de coleta de dados, foi planejado e executado um workshop de integração entre a empresa fornecedora e cliente.

Representantes de diversas áreas de todas as refinarias foram convidados, comercial, marketing, industrial, etc., bem como representantes corporativos da empresa, buscando um envolvimento por completo da empresa fornecedora. Da empresa cliente, se fizeram presentes as áreas de *supply chain*, produção, processo e mercado.

O trabalho foi apresentado juntamente com a projeção e as tendências do mercado petroquímico mundial e brasileiro. Após as principais causas de perdas serem expostas, foram identificadas oportunidades de melhorias em processos como logística, segurança e operação e propostas ações de curto prazo que não necessitam altos investimentos, a fim de diminuir ou sanar as causas de ineficiência sinalizadas.

O foco principal das ações propostas teve como base o aumento da competitividade da matéria-prima disponibilizada através dos modais rodoviário e marítimo, a confiabilidade e a segurança do sistema logístico e no aumento da disponibilidade de matéria-prima otimizando a operabilidade das plantas.

Grande parte das ações propostas busca uma integralização do sistema fornecedor-consumidor com o intuito de diminuir as perdas comerciais, tanto de fornecedor como de cliente, provenientes de um sistema não integrado, aumentando assim a competitividade perante o mercado mundial.

O indicador foi aceito pela empresa fornecedora, a qual propôs uma validação mensal das causas de falhas no fornecimento de matéria-prima, para que haja um acompanhamento dos dados por fornecedor e cliente e assim se possa atuar na causa raiz dos problemas.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho propiciou uma análise detalhada do fornecimento de matéria-prima na indústria petroquímica, o que até então não era realizado, apurando as falhas e identificando suas causas, evidenciando pontos de melhoria no processo.

As análises mostraram que as principais causas de perdas no fornecimento de matéria-prima são provenientes de problemas industriais e de estratégias comerciais tomadas pelas empresas envolvidas no processo, e que poderiam ser menores se o setor petroquímico fosse integrado – fornecedor e cliente como sendo partes de uma mesma empresa.

O trabalho confirmou que o uso da ferramenta IEG para implementação da teoria TPM, como embasado no referencial bibliográfico, tem importância na manutenção e na melhoria contínua dos equipamentos para que se possa atingir um alto nível de eficiência no processo.

Este trabalho foi de suma importância para a continuidade do plano de crescimento da empresa; como o mercado petroquímico é extremamente dependente do custo da matéria-prima, a qual é uma *commodite* e corresponde a 80% dos custos totais do produto final, a eliminação das perdas no fornecimento em conjunto com a minimização dos custos com o frete da matéria-prima tem um efeito substancial no balanço econômico da empresa e são ações essenciais para que exista aumento da competitividade dentro do seu mercado de atuação.

Houve a aceitação do trabalho pela empresa fornecedora, sendo esse reconhecido como uma melhoria importante no processo de identificação das causas de problemas no fornecimento. Foi proposto, ainda, análises de cunho comercial considerando a empresa fornecedora e a empresa cliente como sendo de áreas diferentes, porém dentro de uma mesma companhia, explicitando perdas integradas e demonstrando a real dimensão das perdas no fornecimento de matéria-prima.

O próximo passo do trabalho é aplicar a validação mensal dos dados com a empresa fornecedora para que esta se faça ciente do constante controle do fornecimento por parte do cliente e para que juntos possam chegar a soluções viáveis para contornar as principais falhas no processo de fornecimento.

6 Referências

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: Literature review and directions. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709-756, // 2008. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-49149086860&partnerID=40&md5=ccef6754f25fd727c58b7b2e8896d8f0> >.

DAL, B.; TUGWELL, P.; GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 20, n. 12, p. 1488-1502, // 2000. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-3543111420&partnerID=40&md5=a403325e6f408f7f59592b5261496bb7> >.

LANZA, G. et al. Measuring Global Production Effectiveness. **Procedia CIRP**, v. 7, n. 0, p. 31-36, // 2013. ISSN 2212-8271. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113002138> >.

LJUNGBERG, Ö. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495-507, // 1998. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032396016&partnerID=40&md5=102a161bdd792cb399598d78f1c7732a> >.

MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G.; CUA, K. O. Impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 1, p. 39-58, // 2001. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0035149296&partnerID=40&md5=881072cb50460069f524ac00afb09e30> >.

MOORE, R. 9 - Total productive maintenance. In: (Ed.). **Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools**. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2007. p.173-191. ISBN 978-0-7506-7916-9.

MORAES, L. H.; SANTORO, M. C. **Medida de Eficiência em Linhas de Produção**. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, CE, Brasil: 9 p. 2006.

SPERANCETTA, A. **O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção**. 2005. 100 (Mestrado profissional). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.