

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
MBE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

RENATA LORENCINI SIMÕES

***BENCHMARKING* INTERNO DE CUSTO VARIÁVEL EM INDÚSTRIA
PRODUTORA DE POLIPROPILENO**

Porto Alegre

2018

RENATA LORENCINI SIMÕES

***BENCHMARKING* INTERNO DE CUSTO VARIÁVEL EM INDÚSTRIA
PRODUTORA DE POLIPROPILENO**

Projeto de Pesquisa apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
Especialista em Engenharia de Produção e
Sistemas da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Mestre Marcelo do Carmo Rodrigues

Porto Alegre

2018

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
2.1 <i>BENCHMARKING</i>	2
2.2 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)	6
2.3 CUSTOS	9
2.4 POLIPROPILENO	12
2.4.1 Tipos de Polipropileno e Características	12
2.4.2 Tecnologias e Processo Produtivo	14
3 PESQUISA-AÇÃO	16
4 METODOLOGIA	18
5 RESULTADOS.....	24
5.1 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO TOTAL.....	25
5.2 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO POR FAMÍLIAS	31
5.3 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO POR GRADES	33
5.3.1 HOMO 13.....	34
5.3.2 HOMO 22.....	35
5.3.3 RACO 13	36
5.3.4 COPO 9.....	38
5.4 CONTROLE ATRAVÉS DE CARTAS DE CONTROLE	39
6 CONCLUSÕES.....	40
7 REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Etapas do Processo de Benchmarking	5
Figura 2 Benchmarking e Ciclo de Diming.....	6_Figura
3 Custos variáveis e fixo em função da quantidade produzida.....	10
Figura 4 Custos semifixos (A) e semivariáveis (B)	11
Figura 5 Relação entre Custos Variáveis (CV), Custos Fixos (CF), Custos Unitários (CU) e Custos Totais (CT).....	12
Figura 6 Fluxograma básico do processo Spheripol (Lyondell Basell)	15
Figura 7 Mix de Produção 2018	17
Figura 8 Relatório Gerencial de Custo Variável Unitário Ex Matérias Primas ..	24
Figura 9 Banco de Dados do Relatório Gerencial de Custos]	24
Figura 10 Custo Variável Ex MP - Comparação das Plantas	25
Figura 11 Rendimento de Catalidores (t PP/ kg cat)	27
Figura 12 Custo Variável Real Unitário de Utilidades.....	28
Figura 13 Proporção da produção ensacada das plantas em cada modal.....	29
Figura 14 Custo Variável Unitário de Homopolímeros (R\$/t).....	31
Figura 15 Custo Variável Unitário de Copolímeros Heterofásicos (R\$/t).....	32
Figura 16 Custo Variável Unitário de Copolímeros Randômicos (R\$/t).....	32
Figura 17 Gráfico de Bolhas do Custo Variável Total (R\$).....	33
Figura 18 Custo Variável Unitário do HOMO 13 (R\$/t).....	34
Figura 19 Custo Variável Unitário do HOMO 22 (R\$/t).....	36
Figura 20 Custo Variável Unitário do RACO 13 (R\$/t)	37
Figura 21 Figura 20 Custo Variável Unitário do COPO 9 (R\$/t)	38
Figura 22 Carta de Controle de Médias para o Custo Variável Unitário (R\$) de Utilidades na PP4.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Comparação do Custo Variável Unitário Ex MP - Visão Orçamento .	25
<i>Tabela 2 Comparação do Custo Variável Unitário Ex MP - Visão Real</i>	25
Tabela 3 Custo Unitário de cada Modal (R\$/t)	29
Tabela 4 Índices Técnicos de Big Bags, Bobinas e Paletes por planta.....	30
Tabela 5 Preços de Big Bags, Bobinas e Paletes por planta	30
Tabela 6 Custos de Serviços de Ensaque (R\$/t).....	31

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as organizações estão inseridas em um cenário muito mutável, o que traz a necessidade de adotar estratégias adequadas que lhes proporcionem competitividade dentro deste cenário. Este ambiente extremamente competitivo faz com que gestores precisem de conceitos cada vez mais estruturados para administrarem, de modo eficaz e eficiente, as empresas em que trabalham. Dentro deste ambiente, empresas buscam foco nos custos industriais como estratégia competitiva. Desta maneira, através da eficiência produtiva, elas tornam-se atrativas ao cliente em consequência do seu preço (MARTINS, 2013).

Devido a alta competitividade entre as organizações, existe a necessidade de uma gestão eficiente e a contínua busca pela melhoria dos processos. O *Benchmarking* é uma ferramenta estratégica utilizada para comparação de produtos, entendimento da concorrência e definição de melhores processos, a fim de aumentar a eficiência, eficácia e adaptabilidade, sempre buscando a melhoria contínua. Nesse processo, indústrias comparam seus indicadores de performance com os de outras companhias consideradas as melhores em sua classe, determinando como elas alcançaram o seu nível de performance e utilizando suas boas práticas para aumento do próprio desempenho.

O presente trabalho propõe uma comparação do custo variável entre plantas de polipropileno de uma empresa brasileira, a fim de realizar um *benchmarking* interno do negócio. Atualmente a empresa em questão faz análise do custo variável de cada uma das plantas, mas sem entrar no detalhe de cada produto. Espera-se, a partir deste trabalho, construir uma ferramenta comparativa do custo variável de quatro plantas de mesma tecnologia, onde seja possível analisar diferenças em um mesmo produto produzido em mais de um local.

Este trabalho será desenvolvido conforme uma pesquisa-ação. A pesquisa ação é uma metodologia que investiga determinado assunto de interesse, utilizando técnicas de pesquisa para chegar a tomadas de decisões e um plano de ação o qual transforme na prática o alvo da pesquisa. Neste trabalho, conforme comentado, o assunto de interesse será o custo variável das plantas de polipropileno. A partir da pesquisa interna na empresa em questão e

dados da literatura, pretende-se analisar o custo variável utilizando como ponto de partida a ferramenta que será construída para tal e, posteriormente, implementar cartas de controle para melhor gestão do processo. A associação de uma ferramenta estatística no dia-a-dia da empresa irá permitir uma análise mais profunda dos custos variáveis, encontrando oportunidades de redução dos custos e tornando o processo mais controlado. Além disso, a partir da ferramenta criada espera-se que sejam realizadas análises integrando diversas áreas da empresa, como as de processo, produção, planejamento e gestão de desempenho.

Este trabalho está dividido em seis capítulos, sendo este o primeiro relativo à introdução; o segundo capítulo aborda o referencial teórico, trazendo temas relacionados a custos e ao processo produtivo que será analisado; o terceiro aborda a pesquisa-ação, metodologia utilizada no trabalho; o quarto trata da metodologia empregada na análise; o quinto traz os resultados da comparação do custo variável; e o último capítulo é referente às conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BENCHMARKING

Empresas bem-sucedidas em diversos setores possuem uma variedade de práticas que as levam a um desempenho de alto nível. O *Benchmarking* é uma das metodologias que surgiu nas tentativas corporativas de manter vantagem competitiva, fornecendo um sinal claro de sucesso ou fracasso e tornando-se uma das ferramentas mais populares de administração de negócios (K. AHMED; RAFIQ, 1998).

O termo *Benchmarking* surgiu ao final da década de 70, quando a Xerox discutia sobre sua lacuna em relação aos seus concorrentes. Desta forma, identificou-se indicadores em determinadas áreas, tais como custo de produção, tempo de ciclo, custos gerais, preço de venda a varejo, e características de produto, e classificou-se o desempenho da Xerox em relação aos principais rivais. O conceito de *Benchmarking* foi difundido ao redor do mundo na década de 80, surgindo diversos modelos para o processo de e, durante a década de

90, seu uso se consolidou amplamente, principalmente em organizações norte-americanas e europeias (MELO; CARPINETTI, 2001).

Segundo SPENDOLINI (1993), o *Benchmarking* é definido como um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional. Já segundo CARNERO, (2014), o *Benchmarking* é o processo em que se busca identificar as organizações mais competitivas, comparando seus indicadores de desempenho com os dessas organizações e aprendendo as práticas que permitem alcançar o alto nível de performance delas. O conceito de *benchmarking*, portanto, seguiu se perpetuando ao longo dos anos e sendo melhorado através de diversos processos.

CAMP (1998) classifica o *Benchmarking* em pelo menos quatro tipos:

- *Benchmarking* Interno: são realizadas análises comparativas em diferentes unidades de uma mesma organização. O objetivo desta prática é identificar os padrões internos, sendo que é um ponto de partida para encontrar as melhores práticas dos negócios para posterior transferência dessas para outras partes da organização.
- *Benchmarking* Competitivo: são realizadas análises comparativas com organizações concorrentes. Esta análise é útil para saber o posicionamento dos produtos e serviços no mercado em que a organização está posicionada. Além disso, uma grande vantagem é que as organizações envolvidas no processo possuem tecnologias e práticas de negócio semelhantes, podendo-se aplicar as lições aprendidas com os concorrentes sem muitas dificuldades.
- *Benchmarking* Funcional: neste caso, ocorre a identificação de processos, produtos ou serviços de organizações que não são necessariamente concorrentes diretos, mas são líderes de mercado. Neste tipo de análise, especialistas limitam a investigação à sua própria área de especialização funcional, analisando práticas de negócios excelentes, adotando e implementando estas quando possível e viável
- *Benchmarking* Genérico: é realizado a troca de boas práticas entre setores que podem ser diferentes, mas mesmo assim ainda possuem algumas práticas em comum. Neste tipo de análise, uma vez identificado processos

críticos do negócio, eles se tornam alvo de *benchmarking* independente do tamanho ou tipo de setor que estão inseridos.

Pode-se dizer que o *Benchmarking* competitivo surgiu a partir de um trabalho realizado pela Xerox, em 1979, conforme já comentado. O modelo de *Benchmarking* que esta empresa utilizou é o apresentado por CAMP (1993). Este modelo possui cinco fases que são divididas em dez etapas, conforme Figura 1 Etapas do Processo de Benchmarking (Fonte: CAMP, 1993).

As etapas que compõe um processo de *Benchmarking* idealizado por Robert Camp são:

1. Planejamento: nesta fase deve-se determinar o quê, quem, e como fazer. É o plano inicial para execução do processo.
2. Análise: após o planejamento e a coleta de dados, inicia-se a etapa de análise, verificando possíveis lacunas existentes na organização.
3. Integração: a partir da análise realizada, são determinadas novas metas de desempenho que visam mitigar as lacunas encontradas na organização. Definindo novas metas, parte-se para desenvolvimento de um plano de ação de como alcançar o novo patamar de desempenho.
4. Ação: nesta etapa o plano de ação desenvolvido é implementado, sendo monitorado o resultado das ações e recalibrado o plano sempre que necessário.
5. Maturidade: no momento em que as melhores práticas estiverem incorporadas em toda a organização é alcançada a etapa de maturidade. Nesta fase, pode-se dizer que a organização alcançou superioridade e vantagem competitiva

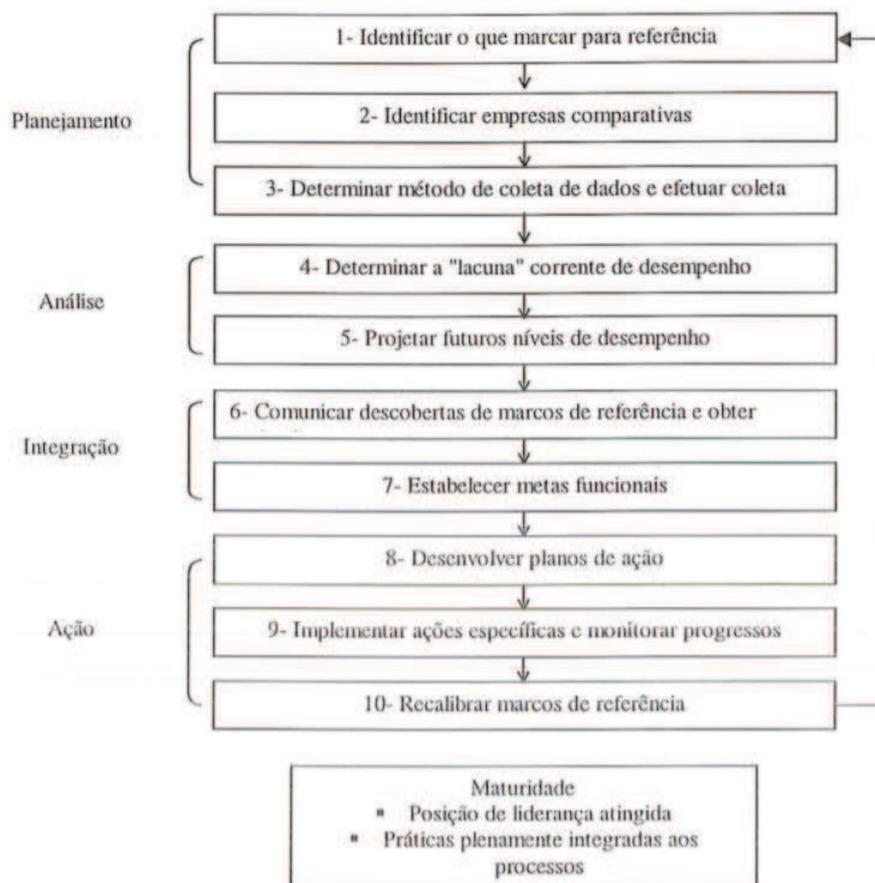


Figura 1 Etapas do Processo de *Benchmarking* (Fonte: CAMP, 1993)

Ao longo dos anos muitos outros modelos de *benchmarking* foram sendo desenvolvidos e melhorados a partir de adaptações necessárias caso a caso. Embora cada um desses modelos contemple suas particularidades, todos possuem uma clara conformação e similaridade entre si. Segundo Watson (1994), esta clara conformação pode ser comparada ao ciclo de Deming, conforme figura a seguir:

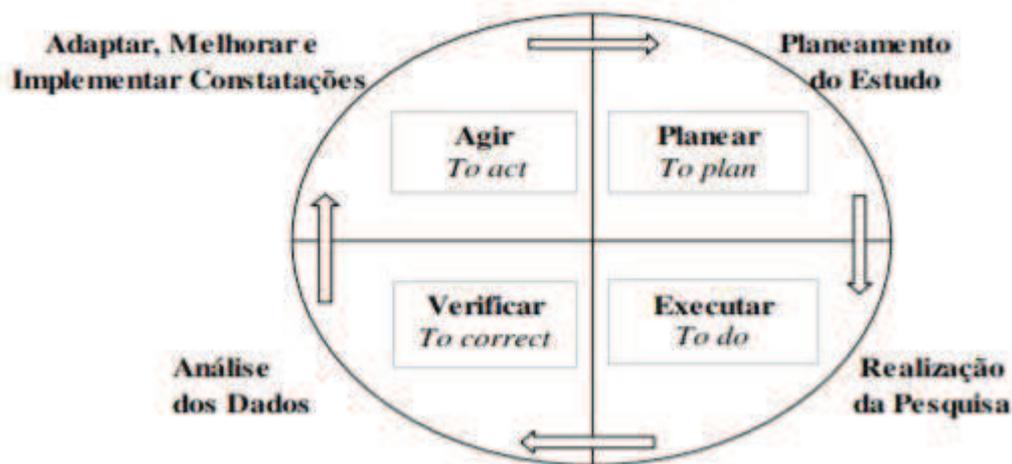


Figura 2 *Benchmarking* e Ciclo de Diming (Fonte: Watson, 1994)

2.2 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)

Diante de um ambiente cada vez mais competitivo, organizações devem adotar uma linha de trabalho voltada para qualidade. Neste contexto, o monitoramento e controle da variabilidade dos processos produtivos são fundamentais para a melhoria da qualidade. Quando os processos estão sob controle, os produtos apresentam uma maior qualidade e a linha de produção alcança maior produtividade. O controle estatístico de processos, através de cartas de controle, torna-se neste cenário fundamental para empresas que buscam reduzir a variabilidade dos processos a fim de aumentar qualidade dos produtos e redução dos custos (MACIEL; BRANCO; WERNER, 2014).

Segundo MONTGOMERY (2004), Controle Estatístico de Processos (CEP) é um conjunto de ferramentas para resolução de problemas que visa obter a estabilidade do processo e melhoria da capacidade através da redução da variabilidade. O CEP é uma das técnicas clássicas de controle estatístico da qualidade, partindo do pressuposto que um processo possui uma variação inerente a ele, chamada de variação natural, a qual em geral tem como causa muitas variáveis que produzem individualmente pequenos efeitos, sendo difíceis de serem detectadas e eliminadas. (OPRIME et al., 2016)

Na estratégia do CEP, processos são controlados realizando-se medições de variáveis de interesse com determinada frequência e registrando os resultados em cartas de controle. As cartas de controle são as principais

ferramentas utilizadas no controle estatístico de processos e têm o objetivo de detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção. As cartas de controle foram originalmente propostas por Walter Shewhart, em 1924, quando ele trabalhava no Bell Telephone Laboratories, com a intenção de eliminar variações anormais pela diferença entre variações devidas às causas assinaláveis e aquelas devidas às causas aleatórias. (LIMA et al., 2006; WALTER, 2013)

As cartas de controle, ou também chamadas de gráficos de controle, são compostas por três linhas paralelas: a linha central (LC), a qual representa o valor médio da variável correspondente ao estado do sistema produtivo estável, o limite inferior de controle (LIC) e o limite superior de controle (LSC). Além destes limites, a carta de controle é composta dos valores amostrais que representam o estado do processo em análise. Diz-se que o processo está sob controle quando os valores ou pontos amostrais estão entre os limites citados. Entretanto, mesmo que os pontos não extrapolem os limites inferior ou superior, um comportamento sistemático ou não aleatório pode indicar que um processo está fora de controle. (MONTGOMERY, 2004)

Para MONTGOMERY (2004) existem dois tipos de cartas de controle: as cartas de controle para variáveis e para atributos. As cartas de controle para variáveis são utilizadas para valores contínuos como dimensão, peso e volume, expressando as características de qualidade de um produto. Já as cartas de controle para atributos são utilizadas quando estas características são quantitativas, expressas de forma não contínua, apenas em números inteiros, como números de defeitos, ou ainda de forma qualitativa, com os dados classificados em conforme ou não conforme.

Uma maneira de acompanhar um processo através do CEP é utilizando cartas de controle para médias mostrais (\bar{x}) e para amplitude (R). As cartas de controle para médias amostrais representam o comportamento da variável de interesse ao longo do tempo, podendo-se concluir através delas se o processo está sob controle. Para construir esta carta de controle, estima-se os limites de controle de forma análoga aos intervalos de confiança, ou seja, cercando a estimativa média por uma região com alta probabilidade de conter o parâmetro. As seguintes equações são utilizadas:

$$LSC = \tilde{x} + \frac{3}{d_2\sqrt{n}}\bar{R}$$

$$LC = \tilde{x}$$

$$LIC = \tilde{x} - \frac{3}{d_2\sqrt{n}}\bar{R}$$

Onde:

\tilde{x} = média das médias dos subgrupos

\bar{R} = média da amplitude dos subgrupos

n = tamanho da amostra

d_2 = constante para construção de gráficos de controle. Valor médio da distribuição baseada na razão entre a amplitude e o desvio-padrão para subgrupos de tamanho n .

As cartas de controle para amplitudes (R) possibilitam que seja identificado se há ou não variabilidade significativa no processo indicando se a variabilidade do processo está ou não sob controle e em qual momento isto ocorre. Os limites de controle neste caso dependem das médias das amplitudes, além do número de amostras dos subgrupos e podem ser calculados conforme a seguir:

$$LSC = \bar{R} + 3d_3\frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LIC = \bar{R} - 3d_3\frac{\bar{R}}{d_2}$$

Onde:

\bar{R} = média da amplitude dos subgrupos

d_2 e d_3 = constante para construção de gráficos de controle, dependentes do número de observações dos subgrupos

$d_3\frac{\bar{R}}{d_2}$ = estimador para o desvio padrão

2.3 CUSTOS

Conhecer os custos de suas atividades é condição básica para gerenciar qualquer empresa, seja ela comercial, industrial, etc., independente do seu porte – pequeno, médio, grande – principalmente nos dias atuais, em um ambiente que está em constante alteração. Atualmente, em um mercado com alto nível de competitividade, o conhecimento e a arte de bem administrar são fatores determinantes de sucesso para as empresas. (MEGLIORINI, 2001)

Com a concorrência acirrada e consumidores mais conscientes e exigentes, as empresas precisam controlar bem os custos de produção e as despesas com sua administração e área comercial. Repassar ineficiências aos preços já não é uma opção e os consumidores não aceitam passivamente o valor imposto pelas empresas. Além disso, existem outros fatores: produtos mais complexos; gastos com pesquisa e desenvolvimento; custos que ocorrem fora do ambiente da produção, como os relacionados ao descarte e reciclagem dos produtos ao final de sua vida útil. Portanto, fica claro que as empresas precisam ser eficientes na gestão dos seus custos para não comprometer a cadeia de valor. (MEGLIORINI, 2012)

Os custos correspondem aos compromissos financeiros assumidos por uma empresa para aquisição de recursos que serão consumidos no ambiente fabril para fabricação dos produtos; aquisição de mercadorias para revenda na empresa comercial; e aquisição de recursos para realização de serviços nas empresas prestadoras de serviços. De forma simplificada, custo é a parte do gasto de uma empresa que se agrega ao produto, ou seja, é a parcela do esforço produtivo que é transferida ao produto. (MEGLIORINI, 2012; SOUZA; DIEHL, 2009)

Os custos podem ser classificados de diversas maneiras. Primeiramente, podemos classifica-lo a fim de determinar o custo de cada produto fabricado. Neste sentido, temos duas classificações: custos diretos e custos indiretos. Custos diretos são aqueles apropriados conforme o consumo de cada produto. Exemplo clássico de custo direto é a matéria-prima. Já os custos indiretos são apropriados ao produto com base em uma regra de rateio ou algum critério de

apropriação. Essa regra deve ter relação próxima entre o custo indireto e o seu consumo no produto. Geralmente são utilizados como base de rateio o período de emprego da mão de obra, o período de utilização das máquinas na fabricação dos produtos, a quantidade de matéria prima consumida, etc. (MEGLIORINI, 2012)

Outra maneira de classificação do custo é dividi-lo de forma que seja possível determinar seu comportamento em diferentes volumes de produção. Desta forma, o custo é classificado em custo fixo e custo variável. O custo fixo é aquele que decorre da manutenção da estrutura produtiva da empresa, independente da quantidade que venha a ser produzida dentro do limite de capacidade instalada. Exemplos de custos fixos são o aluguel e a depreciação. Custos variáveis são aqueles que aumentam ou diminuem conforme o volume de produção, como a matéria-prima, por exemplo (MEGLIORINI, 2012). Na Figura 3 Custos variáveis e fixo em função da quantidade produzida (Fonte: Souza; Diehl, 2009) é possível verificar como ambos os custos variam com a quantidade produzida (Q).

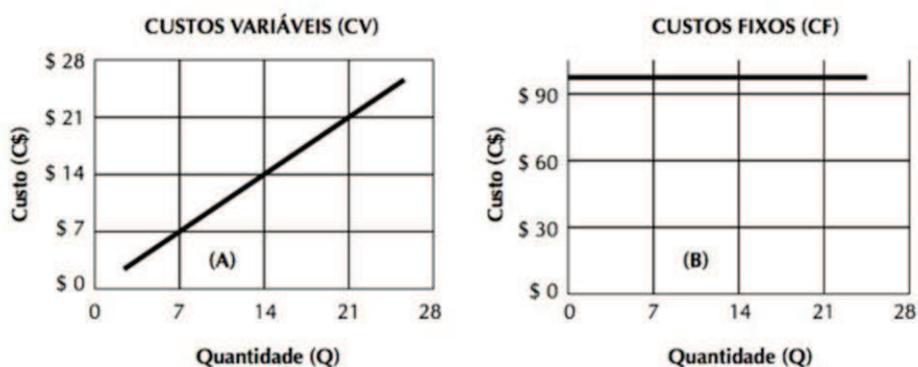


Figura 3 Custos variáveis e fixo em função da quantidade produzida (Fonte: Souza; Diehl, 2009)

Ainda podemos falar em custo semifixo ou semivariável, que possuem um conceito intermediários aos já citados aqui. Os custos semifixos são aqueles classificados como fixo, mas que se alteram em decorrência da capacidade instalada. Um exemplo é o aluguel de máquinas. Os custos semivariáveis, de forma similar, são aqueles classificados como variáveis, mas que possuem uma parcela fixa. Bons exemplos são a energia elétrica e a água. Ambos itens citados possuem uma parcela fixa, que é o pagamento mínimo, independente se tiveram consumo ou não; mas a medida que a produção cresce, o custo também se eleva, sendo esta a parcela variável. (MEGLIORINI, 2012). Na Figura 4 Custos

semifixos (A) e semivariáveis (B) (Fonte: Souza; Diehl, 2009) podemos verificar ambos custos em função da quantidade produzida (Q):

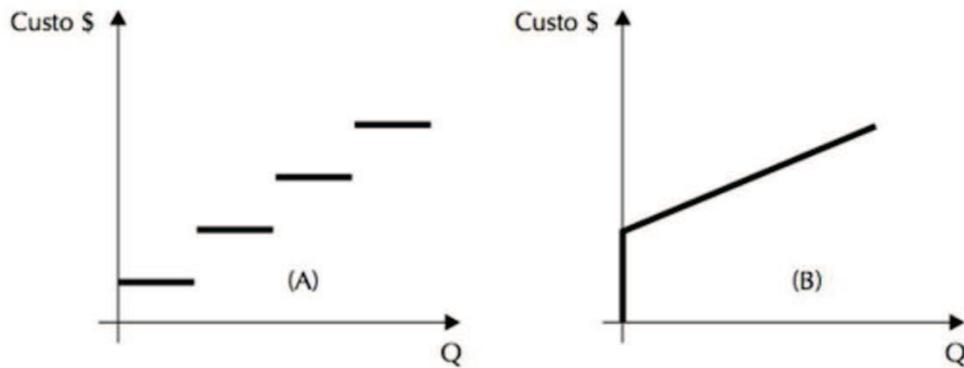


Figura 4 Custos semifixos (A) e semivariáveis (B) (Fonte: Souza; Diehl, 2009)

Outro conceito importante e que gera confusão é a diferença entre o custo unitário e o custo total. O custo unitário é o custo referente a uma unidade de produto, já o custo total é o custo para produzir um conjunto de unidades. Na Figura 5 é possível verificar que os custos variáveis, em termos de sua relação com unidade do objeto de custo, se mantêm constantes, independente da produção; por outro lado, o custo total cresce à medida que a produção aumenta. Para os custos fixos essa situação é inversa. Eles se mantêm constantes em relação ao total, mas diminuem em relação à unidade, à medida que a quantidade produzida aumenta. (SOUZA; DIEHL, 2009)

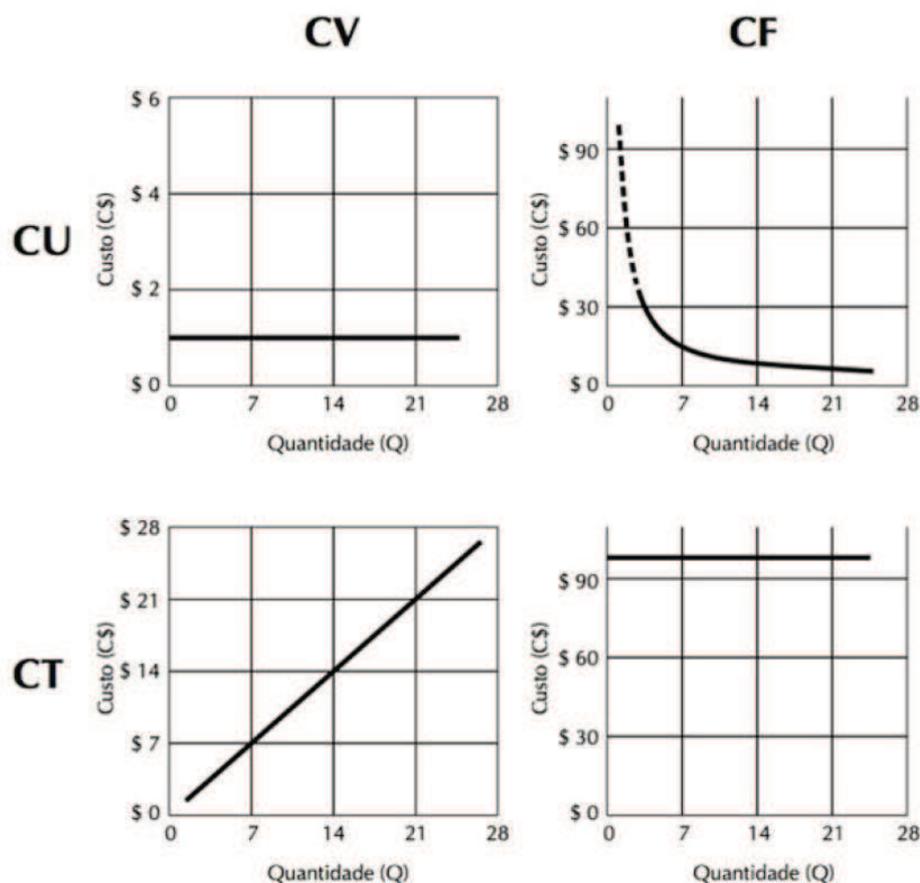


Figura 5 Relação entre Custos Variáveis (CV), Custos Fixos (CF), Custos Unitários (CU) e Custos Totais (CT) (Fonte: Souza; Diehl, 2009)

2.4 POLIPROPILENO

2.4.1 Tipos de Polipropileno e Características

Polipropileno (PP) é um material termoplástico produzido a partir da polimerização das moléculas de propeno (monômero), formando longas moléculas de polímero, as chamadas cadeias poliméricas. O polipropileno é um produto extremamente versátil que foi submetido a um elevado crescimento de produção e utilização na segunda metade do século XX. Atualmente grande parte de sua aplicação está nas indústrias automotivas, eletrodomésticos e de embalagens.

Existem diferentes maneiras de conectar os monômeros e formar a cadeia polimérica, mas o polipropileno na sua forma comercializada é geralmente feito utilizando catalisadores que produzem cadeias poliméricas cristalizáveis. Esses

dão origem a um produto que é um sólido semicristalino com boas propriedades físicas, mecânicas e térmicas, classificado como polipropileno “isotático”. Outra faixa de polipropileno, produzida em volumes muito menores como subproduto do PP semicristalino e com propriedades mecânicas e térmicas bem inferiores, é o PP “atático” (não-cristalizável). Esse último é um material macio e pegajoso usado em adesivos e selantes. (KARIAN, 2003)

Os termos citados anteriormente referem-se à forma de classificar o polipropileno quanto a sua estereoespecificidade. Outra forma de classificação do polímero é quanto a presença ou não de comonômero em sua produção. No caso do polipropileno, pode-se adicionar junto ao propeno outros monômeros tais como o eteno e buteno. Quando o polipropileno é produzido apenas a partir do monômero propeno classifica-se como Homopolímero. Ao adicionar o comonômero eteno na produção em conjunto com o propeno, o polipropileno caracteriza-se como Copolímero Randômico, se produzido em um único reator, ou ainda como Copolímero Heterofásico, quando produzido com um segundo reator em fase gás e com alto teor de eteno. O polipropileno ainda pode ser classificado como terpolímero quando, além do propeno e eteno, o buteno é adicionado na reação de forma randômica. (KARIAN, 2003)

Os homopolímeros apresentam alta rigidez, elevada cristalinidade, dureza e resistência ao calor, sendo amplamente usados na produção de rafia para sacaria industrial, confecção de móveis plásticos e utilidades domésticas. Os copolímeros randômicos são mais resistentes ao impacto do que os homopolímeros e possuem melhores propriedades ópticas (maior transparência). As principais aplicações dos copolímeros randômicos são para fabricação de utensílios domésticos e produtos que exigem alta transparência, como embalagens rígidas e utilidades domésticas de alta transparência e flexíveis para a indústria alimentícia. Os copolímeros heterofásicos, por sua vez, são produzidos a partir do homopolímero, incorporando a esse uma fase borracha em um reator fase gás. São também chamados de copolímero de impacto por apresentarem melhor resistência ao impacto em baixas temperaturas e possuem aplicação principalmente na produção de peças automobilísticas, embalagens rígidas e aplicações industriais. (TELEMACO, 2008)

2.4.2 Tecnologias e Processo Produtivo

Uma das etapas mais importantes no processo produtivo do polipropileno é a polimerização, sendo que a técnica preparativa utilizada nesta etapa é responsável por definir todo o processo de fabricação restante. O processo de polimerização pode ser classificado em homogêneo e heterogêneo. No caso do processo homogêneo, todos os participantes da reação, como os monômeros, iniciadores de reação e solventes, são solúveis e compatíveis com o polímero resultante. Por outro lado, no processo heterogêneo, os participantes da reação são insolúveis. Das técnicas aplicadas na produção de polipropileno, podemos citar (EBEWELE, [s.d.]):

- Polimerização em massa: a mistura reacional é composta do monômero e iniciador da reação, sendo que o monômero atua como solvente para o polímero;
- Polimerização em solução: a reação ocorre em um solvente miscível com o monômero, dissolvendo o polímero;
- Polimerização por emulsão: o monômero e polímero são insolúveis em água, mas o iniciador da reação é solúvel;
- Polimerização em suspensão: o monômero e polímero são insolúveis em água e o iniciador é solúvel no monômero;
- Polimerização por precipitação: o polímero é insolúvel no monômero ou miscível com o agente precipitante para o polímero.

A maioria das unidades produtoras de polipropileno já instalaram processos mais inovadores em suas fábricas, visando aumentar sua competitividade na busca por processos produtivos com menores custos operacionais. As técnicas mais recentes foram desenvolvidas por indústrias produtoras de polímeros e patenteadas. Uma das tecnologias amplamente utilizadas para produção de polipropileno é Spheripol, licenciada pela Lyondell Basell. (FERREIRA, 2015)

No processo Spheripol, o catalisador, propeno líquido e hidrogênio para controle do peso molecular são constantemente alimentados em um reator tipo Loop. A polimerização Bulk ocorre tipicamente em dois reatores loop, onde é

3 PESQUISA-AÇÃO

A metodologia que será empregada neste trabalho é a pesquisa-ação. Esta metodologia vem ganhando destaque em vários âmbitos de pesquisa e desempenha um papel importante nos estudos e aprendizagem dos pesquisadores em conjunto com os participantes imersos em situações problemáticas. Embora seja considerada uma pesquisa, a pesquisa-ação se distingue da pesquisa científica tradicional porque, ao mesmo tempo em que ela altera o que está sendo pesquisado, ela é limitada pelo contexto e pela ética prática. (FERNANDES PICHETH et al., 2016)

A aplicação da pesquisa-ação vem sendo amplamente solicitada em virtude de do atual cenário marcado por transformações rápidas e repentinas. A partir dela, é possível identificar e resolver problemas coletivos, ao mesmo tempo em que ocorre o aprendizado do pesquisador e atores envolvidos. Assim, a unidade de análise nesta metodologia não é mais as organizações individuais, mas a colaboração de redes interorganizacionais, possibilitando aos sujeitos da pesquisa, participantes e pesquisadores, os meios para conseguirem responder aos problemas que vivenciam com maior eficiência e com base em uma ação transformadora. (FERNANDES PICHETH et al., 2016)

No presente trabalho será realizado um *benchmarking* interno comparando o custo variável de quatro plantas produtoras de polipropileno de mesma tecnologia (*Spheripol*) de uma indústria brasileira. Destas quatro plantas, duas estão localizadas no Rio Grande do Sul e outras duas em São Paulo. Em relação ao Mix de produção de cada uma delas, tem-se o seguinte portfólio:

- P1: planta possui duas linhas produtivas, uma destinada basicamente a homopolímeros e outra a copolímeros heterofásicos;
- P2: planta produz todas as famílias de polipropileno (homopolímeros, copolímeros randômicos, copolímeros heterofásico e terpolímeros), sendo a única entre as quatro a produzir terpolímeros;
- P3: produção apenas de homopolímeros;
- P4: produção de homopolímeros, copolímeros randômicos e heterofásico.

As quatro plantas que serão analisadas possuem diferentes capacidades, bem como Mix, já descrito. A seguir pode-se verificar um comparativo da produção de cada uma delas. Os dados de produção são com base no orçamento previsto para 2018 e foram normalizados por motivos de sigilo.

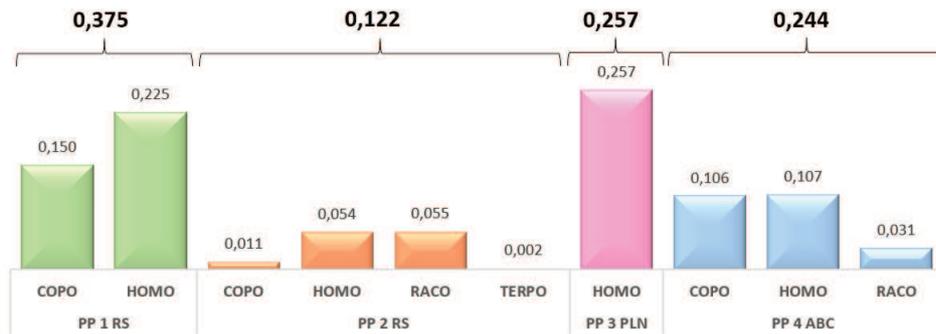


Figura 7 Mix de Produção 2018

O custo variável nas plantas analisadas é segregado com relação a classificação de cada insumo utilizado na produção de polipropileno. Esta segregação permite comparar uma mesma família de insumos, ou seja, aqueles utilizados em uma mesma parte do processo ou para uma mesma finalidade. A classificação em questão é a seguinte:

- **Matéria Prima:** estão presentes nesta classificação a matéria prima principal, o propeno; os comonômero, eteno e buteno; e as correntes de retorno líquidas e gasosas do processo. As matérias primas principais são compradas de refinarias ou fornecidas diretamente pela empresa em análise, como produto de um outro de seus negócios. As correntes de retorno referem-se a matéria prima principal do processo que não reagiu e possui certo grau de contaminação com outros componentes, sendo que são enviadas para refinarias ou para negócio de primeira geração da própria empresa. As correntes de retorno entram no custo variável como um crédito, por se tratarem de itens vendidos.
- **Químicos:** são os cocatalisadores, itens que participam da reação em conjunto com o catalisador, assegurando a isotaticidade do produto formado. Também fazem parte dessa classificação hidrogênio, que atua como agente de transferência de cadeia na polimerização, controlando o índice de fluidez do produto produzido na polimerização; e demais itens que não fazem parte diretamente do produto mas entram no custo variável, tais como óleo, graxa, etc...
- **Catalisadores:** é um participante da reação de polimerização, atuando como acelerador da reação sem alterar a composição química dos reagentes ou produtos. No processo em questão são utilizados catalisadores Ziegler-Natta (Z-N). Um catalisador Z-N pode ser definido como um composto de metal de transição que insere continuamente unidades monoméricas em uma cadeia polimérica. (MOORE, 1996)

- Aditivos: são itens utilizados na etapa de extrusão do polipropileno, atuando como modificadores das propriedades finais do polímero, a fim de atender aplicações específicas. Nas plantas analisadas, algumas utilizam no processo aditivos soltos, ou seja, cada um de forma individual. Algumas utilizam na forma de blendas, neste caso, são compradas de um fornecedor que processa um conjunto de aditivos específicos para determinado processo.
- Combustíveis: é o gás natural. Todas as plantas desta análise necessitam de vapor no processo, o qual é fornecido a partir de refinarias ou do negócio de primeira geração da empresa em questão. A P4, em específico, possui uma caldeira, a qual produz vapor a partir do gás natural para alimentar seu processo.
- Utilidades: nesta classificação estão presentes itens que não fazem parte direta do produto, mas são necessários ao processo. Contam em utilidades o nitrogênio, água potável, clarificada e desmineralizada, energia elétrica, vapor e serviços de produção e meio ambiente.
- Embalagens: são itens utilizados na etapa de ensaque do produto final. Nas plantas analisadas, temos ensaque em Big Bag, sacaria, ou ainda, no caso da P4 para um produto específico, o granel.

4 METODOLOGIA

Para realizar o *Benchmarking* de custo variável das plantas de polipropileno da empresa em estudo, primeiramente desenvolveu-se um relatório gerencial para análise de custos. O objetivo deste relatório, além de realizar um *Benchmarking* interno, é a comparação de custos orçados e realizados de cada um dos grades de polipropileno produzidos.

Para o desenvolvimento do relatório gerencial de custos foi necessário primeiramente compor um banco de dados. Para tanto, foi utilizado o Excel para realizar todos os cálculos, bem como construção do layout do relatório. Todas as informações coletadas foram com base no orçamento 2018 ou extraídas do SAP ERP, sistema integrado de gestão utilizado na empresa analisada. O SAP ERP é o principal produto da SAP, empresa alemã líder no segmento de software corporativos. O sistema integrado em questão tem o objetivo de contemplar a empresa como um todo, dividindo em módulos, onde cada um corresponde a uma área específica. Dentre os principais módulos, podemos citar o de Gestão de Materiais,

Planejamento da Produção, Planejamento da Manutenção, Contabilidade Financeira, Vendas e Distribuição, entre outros.

Para chegar ao passo de realizar o *Benchmarking* interno de custos variáveis, desenvolveu-se uma pesquisa-ação na empresa analisada. Os seguintes passos foram realizados para alcançar o objetivo:

- 1) **Definição do objetivo da pesquisa ação.** Neste caso, a análise do custo variável das plantas de polipropileno da empresa analisada, mas de forma detalhada, sendo possível comparar custos entre grades e famílias de produtos. Este objetivo foi definido visando uma melhoria na empresa, visto que antes do início deste trabalho a análise existente era apenas do custo variável de cada planta.
- 2) **Levantamento de dados para realizar a análise.** Entre os dados levantados estão os volumes de produção do portfólio de cada planta, tanto na visão orçada quanto do período realizado de 2018, ou seja, de janeiro a julho. Também foram levantados para todos os insumos necessários para a produção, seus índices técnicos orçados e realizados do período em análise, bem como seus preços. Essas informações são necessárias para o cálculo do custo variável unitário.
- 3) **Construção de um Relatório Gerencial de Custos por Grades.** Este relatório foi uma melhoria realizado na empresa em questão, visto que antes dele a análise do custos por grades não era realizada com frequência e, quando era necessária, não havia uma ferramenta pronta para análise dos dados, dificultando a análise e tornando demorado o processo.
- 4) **Implementação de Cartas de Controle para melhor gestão de custos.** A partir do desenvolvimento do relatório gerencial de custos por grades e atualização mensal do mesmo, espera-se implementar um controle estatístico do processo visando redução da variabilidade e dos custos variáveis da empresa. Este passo é uma continuação do trabalho atual e ainda não foi implementado, pois a pesquisa iniciou-se no início de 2018 e não há dados suficientes para implementação das cartas de controle. Espera-se implementar a fase de controle a partir de setembro deste ano, com subgrupos de custos variáveis compostos de custos de 4 meses seguidos.

A seguir será explicado as premissas consideradas para cada um dos dados necessários.

Portfólio de Grades e Volume de Produção:

O volume de produção é uma informação importante para construção do relatório, visto que a partir dele conseguimos determinar o custo variável unitário, sabendo o custo variável total. Para um *Benchmarking* Interno é mais lógico compararmos o custo variável unitário do que o total, já que o interesse é verificar diferenças nos custos de um mesmo determinado produto em diferentes plantas. Logo, diferenças de volume não afetam a análise quando o foco é o custo variável unitário.

Para construção do relatório gerencial, considerou-se o volume de todos os grades orçados para 2018, bem como os volumes realizados de cada um até julho de 2018. Desta maneira, podemos obter o custo variável unitário do orçamento e confrontá-lo com o que está sendo realizado. Levantou-se os volumes de produção de um total de 80 grandes orçados para 2018, sendo que durante o ano, já realizou-se produção de 93 diferentes grades.

Índices Técnicos Orçados e Realizados:

Para compor o custo variável de um determinado produto é preciso conhecer as quantidades de cada insumo necessárias para sua produção. A quantidade necessária de um determinado insumo para produzir uma unidade de produto é chamado de índice técnico (IT), sendo que o conjunto de índices técnicos para um determinado produto compõe a lista técnica dele. Para cada grade do relatório levantou-se a sua lista técnica teórica, totalizando 109 diferentes insumos no orçamento de 2018. Portanto, para cada insumo no orçamento temos que:

$$IT_{teórico} = \frac{\text{Quantidade teórica}}{\text{Produção Orçada de PP}}$$

No período realizado de 2018 o número de insumos necessários na produção aumenta para 134. Isso ocorre em função da produção de grades que não estavam orçados em 2018 ou de alterações nas listas técnicas frente ao que estava previsto no orçamento. Para levantar os índices técnicos reais de cada insumo realizou-se uma extração do SAP, verificando o consumo de cada insumo para produção de cada grade que foi produzido em 2018. Portanto, no realizado temos que:

$$IT_{real} = \frac{Quantidade\ real}{Produção\ Real\ de\ PP}$$

Preços Orçados e Realizados:

Outra informação importante para cálculo do custo variável é o preço de cada insumo. Para compor o banco de dados do relatório levantou-se o preço médio de orçamento para cada insumo, sendo que esta informação é responsabilidade da área de suprimentos fornecer. Os preços realizados de cada insumo foram extraídos do SAP, sendo que o preço médio de cada insumo i é uma composição do preço médio de estoque com o preço das entradas no período n em avaliação, conforme a seguir:

$$Preço\ Médio_i = \frac{Preço_{Estoque\ inicial} \cdot Volume_{Estoque\ inicial} + Preço_n \cdot Entradas_n}{Volume_{Estoque\ final}}$$

Custo Variável Unitário Orçado e Real:

Os dados levantados citados até aqui são os necessários para o cálculo do custo variável unitário (CV_U), o qual será análise deste trabalho. Para um determinado insumo i , o custo variável unitário é a multiplicação de seu índice técnico pelo preço médio do período n . Portanto, para chegarmos no custo variável unitário de um determinado produto j , é necessário fazer o somatório dos custos variáveis de cada insumo que compõe sua lista técnica, conforme abaixo:

$$CV_{U_j} = \sum_i CV_{U_i} = \sum_i Preço\ Médio_i \cdot Índice\ Técnico_i$$

Para o relatório, as informações do orçamento de 2018 são consideradas médias anuais; já para a análise do período realizado, as informações foram extraídas do SAP mensalmente, ou seja, é possível fazer a análise de um único mês de forma pontual ou de um período acumulado, conforme for o caso. De forma similar, para chegarmos no custo variável unitário de um período acumulado, basta fazer a ponderação dos volumes produzidos de PP em cada período n pelo volume total.

$$CV_{U_{j,n}} = \prod_n CV_{U_{j,n}} \cdot Volume_{j,n}$$

Com todos os dados levantados, construiu-se o relatório gerencial e a partir dele é possível realizar o *benchmarking* interno. Para facilitar a análise, o relatório possui um layout com gráficos onde é possível comparar o custo variável unitário de qualquer grade em diferentes plantas, tanto na visão do orçamento quanto do período realizado. Por questões de sigilo, os dados de produções e custos variáveis unitários foram normalizados e foram alterados os nomes dos grades e plantas.

Neste trabalho o objetivo será realizar o *Benchmarking* Interno até a etapa de análise, conforme já explicado nas referências anteriormente, servindo de ponto de partida para realização de um plano de ação dentro da empresa. Sendo assim, a seguir serão explicadas as definições que foram estruturadas para cada etapa.

Planejamento:

Conforme já citado, nesta etapa é necessário definir o que será medido, quem e como fazer. O foco do trabalho será a comparação do custo variável unitário entre 4 plantas de polipropileno. A análise será realizada em diferentes visões, partindo da mais geral para a mais detalhada:

- Custo variável unitário de cada planta
- Custo variável unitário de cada família
- Custo variável unitário de cada grade.

Para a última visão citada, será verificado os grades que são produzidos em mais de uma planta e analisados aqueles que possuírem o maior impacto no custo variável total. Em todas as comparações a análise será baseada nas seguintes categorias:

- Custo variável unitário de químicos
- Custo variável unitário de catalisadores
- Custo variável unitário de aditivos
- Custo variável unitário de utilidades
- Custo variável unitário de embalagens

Não é foco desta análise compararmos o custo variável das matérias primas principais, apenas o custo ex matérias primas. As matérias primas possuem, na visão gerencial, um preço médio idêntico para todas as plantas, chamado transfer price. Além disso, seus consumos dependem do Mix de produtos no portfólio de cada planta, portanto,

não serão foco do *Benchmarking* interno. Outra categoria já citada anteriormente é a de Combustíveis, a qual será analisada em conjunto com utilidades, já que o gás natural é a matéria prima para produção do vapor na P4.

Outra definição importante é o período de análise. Para realizar uma análise comparativa será utilizado médias ponderadas pelo volume de produção do custo variável unitário de um período superior a 4 meses. Este período foi escolhido após verificar que o custo variável da maioria dos insumos possui desvios ao longo dos meses em decorrência do apontamento de lote de virada do mês. Estes desvios ocorrem devido diferenças do apontamento no sistema do produto que fica em silo na virada do mês e os insumos que foram consumidos neste produto. Estas diferenças causam desvios nos índices técnicos que tendem a se compensar ao olhar dois meses seguidos. Escolheu-se portanto, um período de dois destes ciclos, equivalente a 4 meses, como o período mínimo para eliminarmos estes desvios da análise.

Análise:

Na etapa de análise serão identificadas as principais lacunas frente ao *benchmarking* em cada categoria, ou seja, frente ao menor custo variável unitário da comparação. Nesta etapa, podemos identificar três tipos de impactos do custo variável unitário frente ao *benchmarking*:

- Impacto de Mix: quando comparamos o custo variável unitário entre plantas ou entre famílias, podemos verificar diferenças devido o portfólio de grades produzidos em cada, podendo ter grades de maior ou menor custo variável.
- Impacto de Consumo: este impacto afeta todas as visões que serão analisadas. Ocorre quando temos, para um determinado insumo, variações de seu consumo. Será analisado neste trabalho quais variações podem ser características de uma determinada planta e aquelas que podem gerar um plano de ação.
- Impacto de Preço: este impacto também afeta todas as visões da análise. Ocorre quando para um mesmo insumo temos diferenças de preços entre plantas, o que gera a variação entre os custos variáveis.

5 RESULTADOS

Conforme objetivo inicial mencionado neste trabalho, construiu-se um relatório gerencial para análise do custo variável unitário ex matérias primas das plantas de polipropileno da empresa em análise. A partir do *layout* criado, é possível analisar o custo variável unitário de cada uma das plantas, podendo filtrar uma única família de polipropileno ou grade específico. Além disso, ele possui duas visões comparativas, sendo que o gráfico da esquerda mostra a visão do orçamento 2018 e o gráfico da direita a do realizado até julho deste ano.

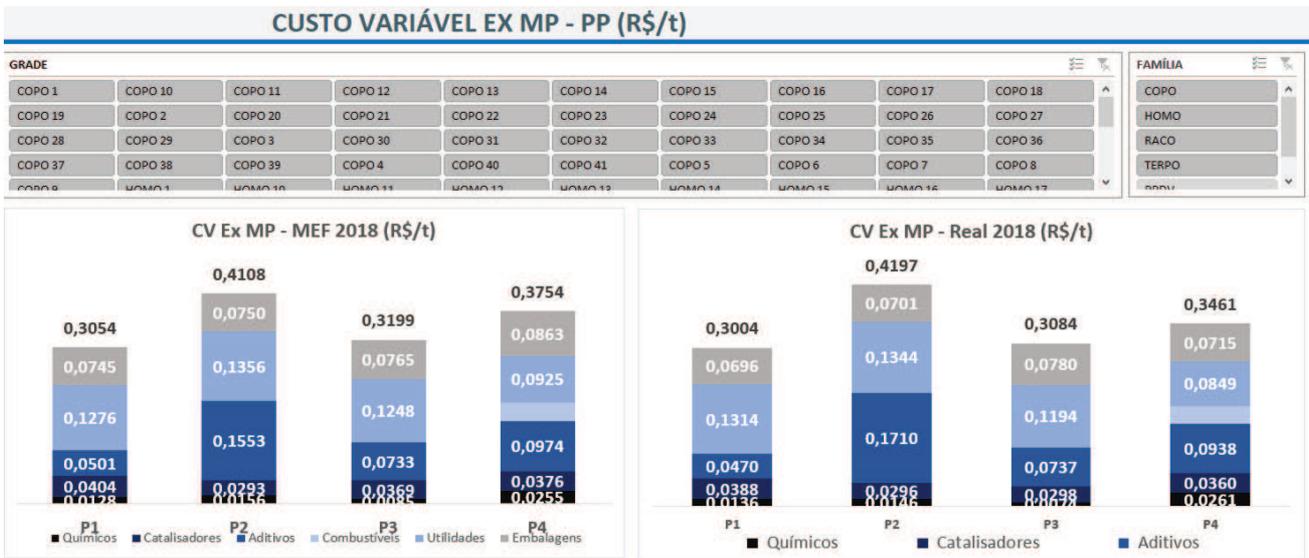


Figura 8 Relatório Gerencial de Custo Variável Unitário Ex Matérias Primas

Na visão do custo realizado é mostrado graficamente a média ponderada do custo para o período acumulado. Entretanto, na aba auxiliar do relatório onde foi construído o banco de dados, conforme Figura 9, é possível selecionar o período desejado de análise. Sendo assim, consegue-se fazer uma análise pontual ou de um período extenso, dependendo do caso.

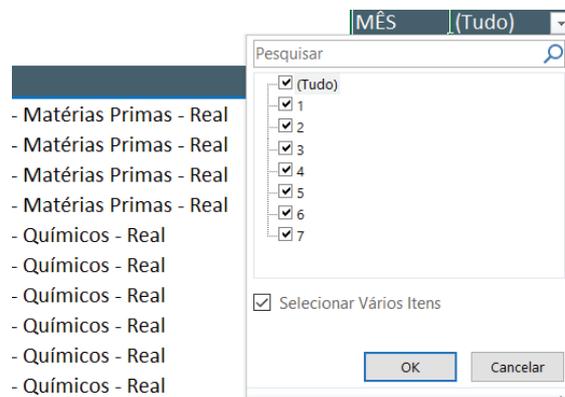


Figura 9 Banco de Dados do Relatório Gerencial de Custos]

5.1 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO TOTAL

A partir do Relatório Gerencial de Custos é possível iniciar a análise do *Benchmarking* Interno. Primeiramente, analisou-se o custo variável unitário de cada uma das plantas. Na Figura 10 estão os valores tanto da visão do orçamento quanto do realizado.

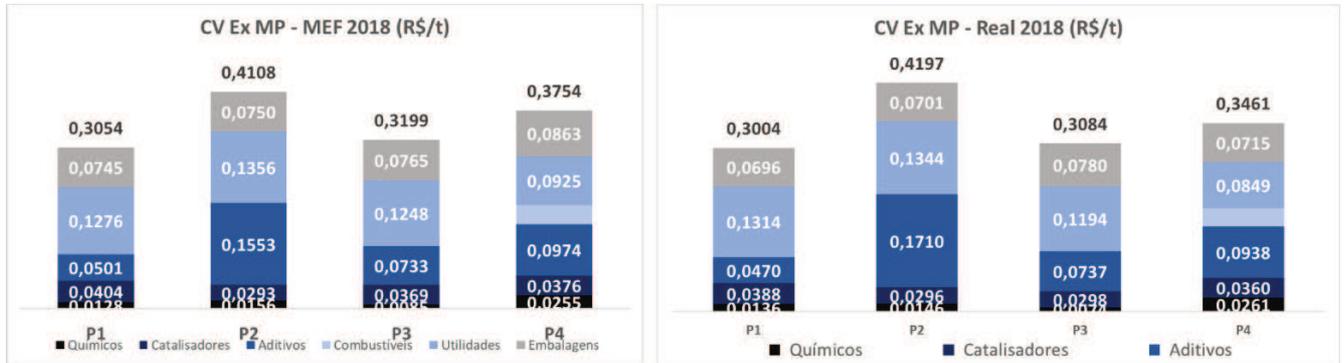


Figura 10 Custo Variável Ex MP - Comparação das Plantas

A partir destes valores, construiu-se tabelas com os gaps frente ao *benchmarking* de cada uma das categorias em análise, apresentadas nas Tabelas 1 e 2 abaixo. Além dos gaps, é possível verificar o desvio percentual deste gap frente ao *benchmarking* da categoria.

Tabela 1 Comparação do Custo Variável Unitário Ex MP - Visão Orçamento

	Benchmarking		P1		P2		P3		P4	
	Planta	CV	Desvio (%)	CV (R\$/t)						
Químicos	P3	0,0085	50%	0,0128	84%	0,0156	0%	0,0085	200%	0,0255
Catalisadores	P2	0,0293	38%	0,0404	0%	0,0293	26%	0,0369	29%	0,0376
Aditivos	P1	0,0501	0%	0,0501	210%	0,1553	46%	0,0733	94%	0,0974
Utilidades	P3	0,1248	2%	0,1276	9%	0,1356	0%	0,1248	3%	0,1286
Embalagens	P1	0,0745	0%	0,0745	1%	0,0750	3%	0,0765	16%	0,0863

Tabela 2 Comparação do Custo Variável Unitário Ex MP - Visão Real

	Benchmarking		P1		P2		P3		P4	
	Planta	CV	Desvio (%)	CV (R\$/t)						
Químicos	P3	0,0074	84%	0,0136	97%	0,0146	0%	0,0074	251%	0,0261
Catalisadores	P2	0,0296	31%	0,0388	0%	0,0296	1%	0,0298	22%	0,0360
Aditivos	P1	0,0470	0%	0,0470	264%	0,1710	57%	0,0737	100%	0,0938
Utilidades	P4	0,1187	11%	0,1314	13%	0,1344	1%	0,1194	0%	0,1187
Embalagens	P1	0,0696	0%	0,0696	1%	0,0701	12%	0,0780	3%	0,0715

A seguir será realizada a análise para cada uma das categorias, verificando os gaps encontrados. O objetivo desta análise inicial é fazer um *overview* geral de custos de cada planta, identificando quais itens dentro de cada categoria possuem os maiores desvios, os quais serão mais detalhados ao realizar a análise por grades.

Químicos:

A categoria de químicos basicamente é composta dos itens amina etoxilada, donor, teal, óleo, graxa e hidrogênio. Dentro da categoria de químicos, os principais impactos por planta estão listados abaixo:

- P1: quando comparamos o custo variável real com o orçado, percebe-se que o real está maior. Este principal aumento está relacionado ao consumo maior de óleo na parada geral de manutenção que ocorreu no início do ano. Quando comparamos o custo unitário real de químicos da P1 com o *Benchmarking* desta categoria, verifica-se que os principais impactos estão principalmente em três itens: donor (322% de desvio), amina etoxilada (155% de desvio) e o óleo mineral (48% de desvio). Em relação ao óleo, o desvio se explica devido ao consumo excedente para a parada geral de manutenção.
- P2: ao contrário da planta anterior, a P2 possui o custo real de químicos menor que o orçado. Esta diferença se explica devido ao projeto de redução de amina etoxilada em andamento. Mesmo assim, em relação ao *benchmarking* da categoria os principais desvios encontrados são na própria amina etoxilada (293% de desvio) e em donor (159% de desvio).
- P4: esta planta está com o custo real de químicos levemente maior do que o orçado, explicado por diferenças de mix. Comparando com o *benchmarking* da categoria, os principais desvios estão em hidrogênio (1374% de desvio), donor (436% de desvio) e teal (118% de desvio).

Catalisadores:

A planta P2 é o *benchmarking* da categoria devido preços. Nesta planta é consumido apenas um tipo de catalisador, comum a outras plantas, sendo que o entreposto do fornecedor é localizado no Sul do Brasil. Logo, o preço deste catalisador, devido ao frete, é mais barato nas plantas da região Sul, P1 e P2. Entretanto, a planta *benchmarking* em rendimento de catalisador é a P3. Abaixo encontra-se um gráfico onde é possível comparar o rendimentos de catalisador de cada planta.

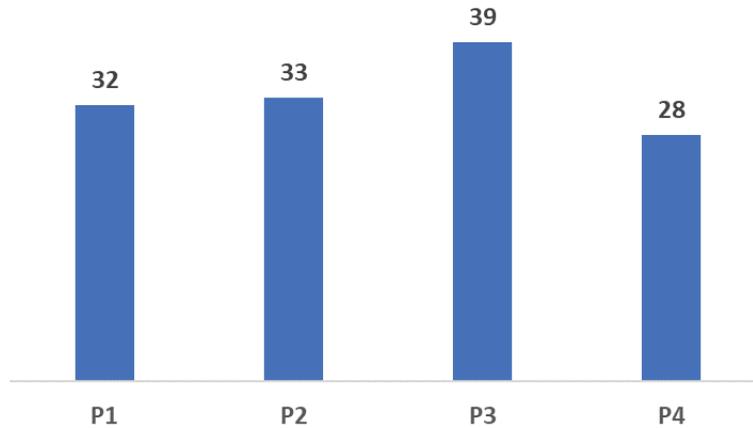


Figura 11 Rendimento de Catalidores (t PP/ kg cat)

Aditivos:

Na categoria de aditivos, a planta *benchmarking* em custos é a P1. Nesta categoria, a maioria das diferenças entre custos orçados e realizados é devido diferenças de mix e preços. Normalmente a planta dosa a quantidade prevista em documentação para atender as propriedades finais de cada produto. Como esta documentação é válida para todas as plantas em que determinado produto está homologado, não vemos diferenças significativas em consumo nesta categoria.

A P1 é a planta *Benchmarking* em custos de aditivos principalmente por não consumir aditivos na forma de blendas, que são mais caras quando comparado ao conjunto dos aditivos soltos. A P2 é a planta com o maior custo de aditivos, principalmente por seu alto volume de produção de grades clarificados, visto o alto preço dos clarificantes.

Utilidades:

Esta é a categoria de maior peso no custo variável de cada planta. Dentro da categoria de utilidades os itens de maior custo são a energia elétrica e o vapor. Como nesta categoria obteve-se mudança do *benchmarking* quando olhamos o custo orçado e o custo real, resolveu-se detalhar a análise. A categoria de utilidades é a mais impactada quando ocorre uma parada, visto que a maioria dos itens são custos semi variáveis, ou seja, possuem uma parcela fixa. É possível verificar na Figura 12 uma comparação dos principais itens da categoria de utilidades para cada planta. Nesta comparação, retirou-se os meses em que ocorreram paradas gerais de manutenção, pois já verificamos que elas têm grande impacto

nos custos, principalmente na categoria de utilidades. Além disso, retirou-se o mês de junho em função da greve dos caminhoneiros, pois ocorreram diversas paradas e estas podem influenciar na análise do custo médio da categoria de cada planta.

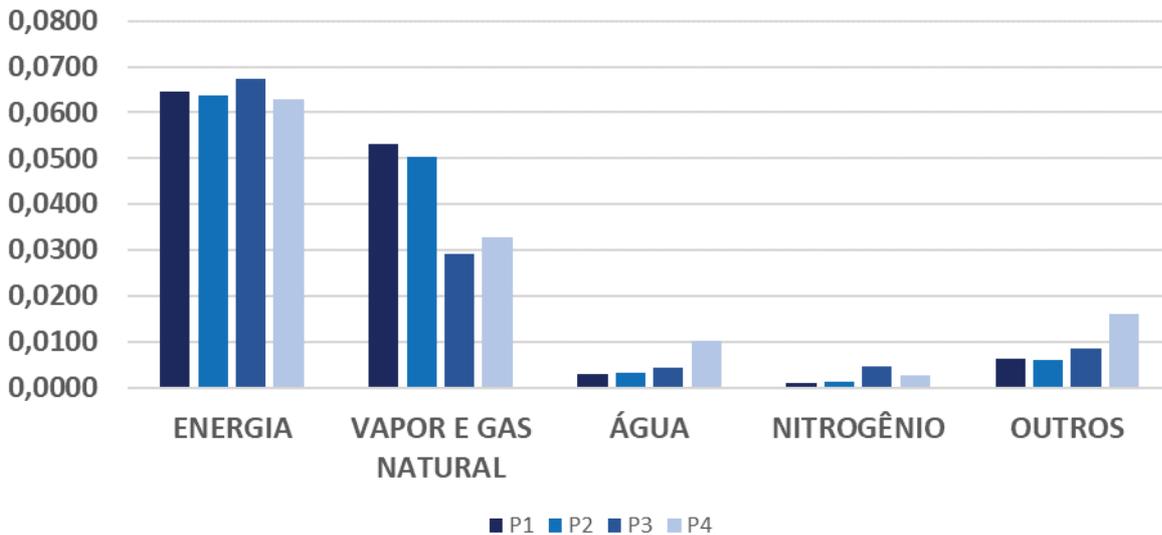


Figura 12 Custo Variável Real Unitário de Utilidades

Tratando a análise com mais detalhes, verifica-se que a P3 continua sendo *benchmarking* na categoria de utilidades no período realizado. A P3 possui o menor custo unitário na categoria devido o vapor, sendo que opera com o menor índice técnico de vapor, ou seja, menor quantidade necessário de vapor por tonelada produzida. Além disso, o vapor comprado na P3 possui o menor preço comparado as demais unidades. Algumas diferenças no processo que devem ser citadas é que as plantas do Sul operam com vapor de alta pressão e este é fornecido por outro negócio da própria empresa em análise. Já a P3 opera com vapor de média pressão e ele é fornecido externamente de uma refinaria próxima a planta.

Mesmo P3 sendo *benchmarking* em custos de utilidades, verifica-se que na parte de energia elétrica ela possui o maior custo de energia elétrica. A P3 possui um índice técnico similar as demais plantas, entretanto, o preço do kWh nesta unidade é maior que nas outras.

Embalagens:

Para analisar o custo de embalagens das plantas, primeiramente verificou-se a proporção da produção ensacada em cada um dos modais, visto que ensacar em sacaria tem um custo menor do que em big bag. A produção em granel é utilizada apenas na P4 e em proporção bem pequena. Na Figura 13 é possível verificar a análise.

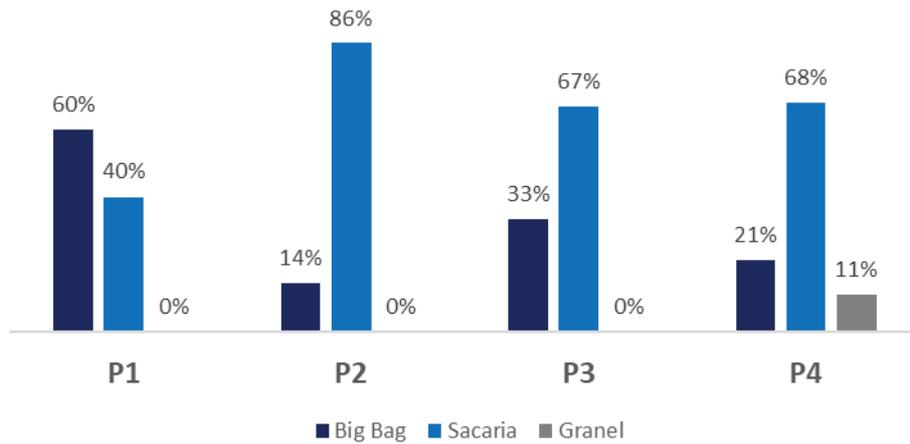


Figura 13 Proporção da produção ensacada das plantas em cada modal

Um ponto interessante que pode-se extrair da Figura 13 é que, a P1 é *benchmarking* em custos de embalagens, possuindo um custo unitário similar a P2 e P4, mesmo tendo 60% do seu volume ensacado em big bag, que na média é o modal mais caro. Na Tabela 3, verifica-se que a P1 é a planta com o menor custo unitário, independente do modal ensacado. Logo, uma investigação mais profunda é merecida para entendermos este caso.

Tabela 3 Custo Unitário de cada Modal (R\$/t)

	P1	P2	P3	P4
BB	0,0725	0,0858	0,0879	0,0942
PL	0,0667	0,0681	0,0731	0,0756
GR	-	-	-	0,0121

Os itens de maiores custos dentro da categoria de embalagens são os big bags, paletes e bobinas. Foram levantados dados de preços e índices técnicos para estes itens usados nos modais big bag e sacaria em cada planta para uma análise mais detalhadas. Os dados foram normalizados por motivo de sigilo e podem ser verificados nas Tabelas 4 e 5:

Tabela 4 Índices Técnicos de Big Bags, Bobinas e Paletes por planta

MODAL	NOME	UM	P1	P2	P3	P4
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 197CM	un/t	0,0048	0,0171	0,1879	0,1466
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 180CM	un/t				0,0058
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 180CM	un/t			0,0089	0,0506
BIG BAG	BIG BAG MW TUBULAR - 205CM	un/t	0,0021		0,0077	
BIG BAG	BIG BAG TUBULAR OW - 205CM - COM LINER	un/t	0,0004	0,0022	0,0007	
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 190CM	un/t	0,0644	0,1272		
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 205CM	un/t	0,1137	0,0605		
BIG BAG	PALETE ONE WAY - 1,10X1,10M	un/t	0,0209	0,0141	0,0118	0,0009
BIG BAG	PALETE MADEIRA OW BIG BAG 1,10X1,10	un/t	0,1358	0,2151	0,1863	0,2003
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 540MM, 120MICRA	Kg/t	1,0000	0,9792	0,9676	0,2799
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 555MM, 120 MICRA	Kg/t				0,4079
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 530MM, 120MICRA	Kg/t				0,2572
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 575MM, 130 MICRA	Kg/t				0,0163
SACARIA	PALETE MADEIRA OW SACARIA 1,10X1,30	un/t	0,1734	0,1832	0,1813	0,1792

Tabela 5 Preços de Big Bags, Bobinas e Paletes por planta

MODAL	NOME	UM	P1	P2	P3	P4
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 197CM	R\$/un	0,8273	0,7957	0,8316	0,8214
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 180CM	R\$/un				0,7711
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 180CM	R\$/un			0,7972	0,8255
BIG BAG	BIG BAG MW TUBULAR - 205CM	R\$/un	0,6326		0,5657	
BIG BAG	BIG BAG TUBULAR OW - 205CM - COM LINER	R\$/un	0,6588	0,6588	0,6760	
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 190CM	R\$/un	0,8255	0,8309		
BIG BAG	BIG BAG TRAVADO OW - 205CM	R\$/un	0,8338	0,8374		
BIG BAG	PALETE ONE WAY - 1,10X1,10M	R\$/un	0,1626	0,1714	0,1231	0,2547
BIG BAG	PALETE MADEIRA OW BIG BAG 1,10X1,10	R\$/un	0,2224	0,2233	0,2295	0,3033
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 540MM, 120MICRA	R\$/Kg	0,0949	0,0948	0,0923	0,0915
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 555MM, 120 MICRA	R\$/Kg				0,0914
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 530MM, 120MICRA	R\$/Kg				0,0913
SACARIA	BOBINA FFS - AZUL PP, 575MM, 130 MICRA	R\$/Kg				0,0926
SACARIA	PALETE MADEIRA OW SACARIA 1,10X1,30	R\$/un	0,3702	0,3694	0,3638	0,4014

O motivo da P1 ser *benchmarking* em custos de embalagem quando ensaca em Big Bag pode estar relacionada ao uso do Big Bag MultWay. Este Big Bag é recolhido por uma empresa, higienizado e retornado para ser reutilizado, pagando-se uma taxa de serviço. Verificamos isso ao somar os índices técnicos de Big Bag e resultar em um número menor do que nas demais plantas. Cada Big Bag comporta uma quantidade fixa de 4915 kg, logo, para cada tonelada de PP ensacada, deveríamos ter um índice técnico em torno de 0,20 un/t, ou maior devido alguma perda de processo. Na P1 este índice soma 0,18, indicativo da higienização de bags e reutilização. Este ponto pode ser uma ação para a P3, a qual também utiliza o Big Bag Multway mas possui um custo em big bag maior que a P1.

Quando analisamos o custo de ensaque em sacaria, verificamos que índice técnico de palete na P1 é o menor de todos. Isso indica uma logística reversa maior nesta planta, ou seja, o palete é recuperado e reutilizado no processo. Ambos processos realizados na P1 resultam em um custo de serviço de ensaque. Analisando os custos de serviços na Tabela 5, vemos que mesmo assim a P1 é a *benchmarking*.

Tabela 6 Custos de Serviços de Ensaque (R\$/t)

P1	P2	P3	P4
0,0059	0,0063	0,0127	0,0128

5.2 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO POR FAMÍLIAS

Ao construir o Relatório Gerencial de Custos abriu-se a possibilidade de analisar o custo variável médio por famílias de produtos produzidas. A seguir serão apresentadas as comparações para Homopolímeros, copolímeros heterofásico e randômicos, que são as famílias produzidas em mais de uma planta. Nesta visão já foram retirados meses de paradas gerais de manutenção e o mês em que ocorreu a greve dos caminhoneiros.

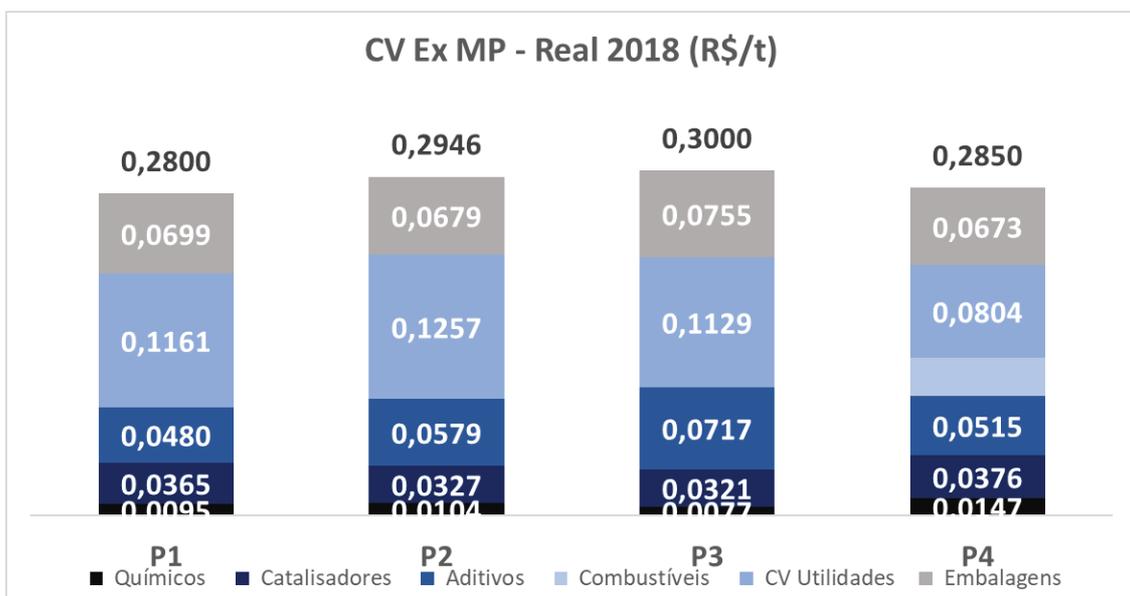


Figura 14 Custo Variável Unitário de Homopolímeros (R\$/t)

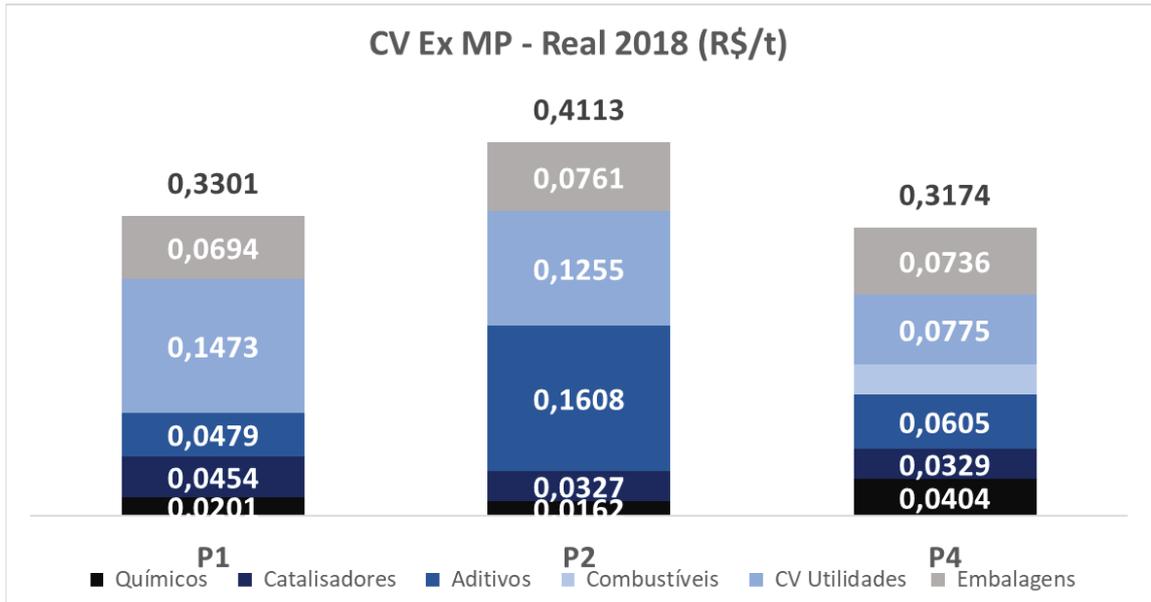


Figura 15 Custo Variável Unitário de Copolímeros Heterofásicos (R\$/t)

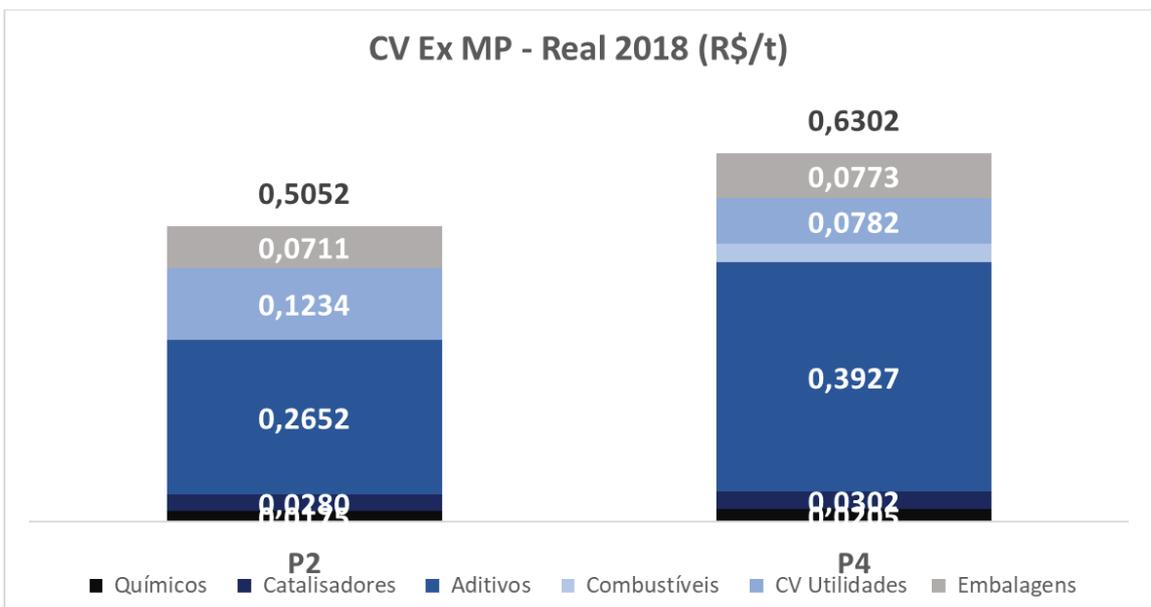


Figura 16 Custo Variável Unitário de Copolímeros Randômicos (R\$/t)

Aqui o objetivo é mostrar as opções de análise do Relatório Gerencial de Custos e não detalhar a análise, que são similares as já realizadas. Dois pontos apenas que chamam atenção analisando estes gráficos são as categorias de catalisadores e embalagens. Em catalisadores, conforme já mencionado, o *benchmarking* da categoria é a P2. Fica mais claro na análise que isso ocorre devido seu volume produzido de copolímero randômico, pois quando analisamos apenas a família de homopolímero, a P3 vira *benchmarking* da categoria

em decorrência do seu maior rendimento. Já em embalagens, a P1 deixa de ser o *benchmarking* quando analisamos apenas a família de homopolímeros, dando lugar a P4.

5.3 CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO POR GRADES

Conforme comentado, uma das maiores oportunidades do relatório gerencial de custos elaborado é a análise dos custos por grades, podendo comparar um mesmo produto produzido em mais de uma planta. Para a análise do custo variável por grades, optou-se por escolher aqueles que possuem o maior impacto do custo variável do negócio de polipropileno. A Figura 17 mostra o gráfico de bolhas do custo variável dos grades produzidos em mais de uma planta, sendo que quanto maior o tamanho das bolhas, maior o custo variável total do grade. O gráfico foi dividido em quadrantes, onde é possível verificar: grades com baixos custos variáveis e produzidos em pequenos volumes; grades com baixos custos variáveis e produzidos em grandes volumes; e grades com altos custos variáveis e produzidos em baixos volumes;

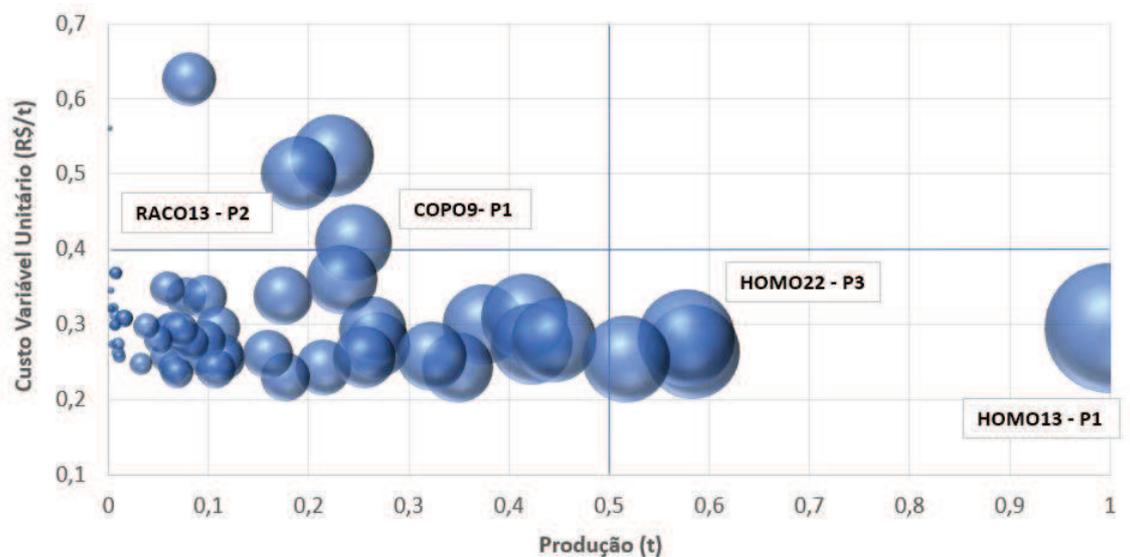


Figura 17 Gráfico de Bolhas do Custo Variável Total (R\$)

Para realizar o *benchmarking* de custos por grades, optou-se em analisar 4 diferentes produtos. A escolha baseou-se nos maiores custos variáveis totais e se tínhamos dados o suficiente para a análise, sendo que dois grades possuem o custo variável unitário baixo, mas alto impacto em custos devido o grande volume de produção, e outros dois grades em que o impacto no custo total é devido seus altos custos unitários, mas produzidos em volumes menores. A seguir será apresentado a análise individual de cada produto.

5.3.1 HOMO 13

O grade HOMO 13 produzido na P1 é um homopolímero com grande impacto em custos, principalmente devido ao grande volume de produção. Ele foi orçado para ser produzido tanto na P1 quanto na P3, entretanto, o volume nesta última planta é menor. Na Figura 18 é apresentada uma comparação dos custos variáveis unitários entre estas duas plantas no período de 2018. A partir desta análise verifica-se que o custo variável unitário ex matéria prima na P1 é 6% maior na P1 do que na P3.

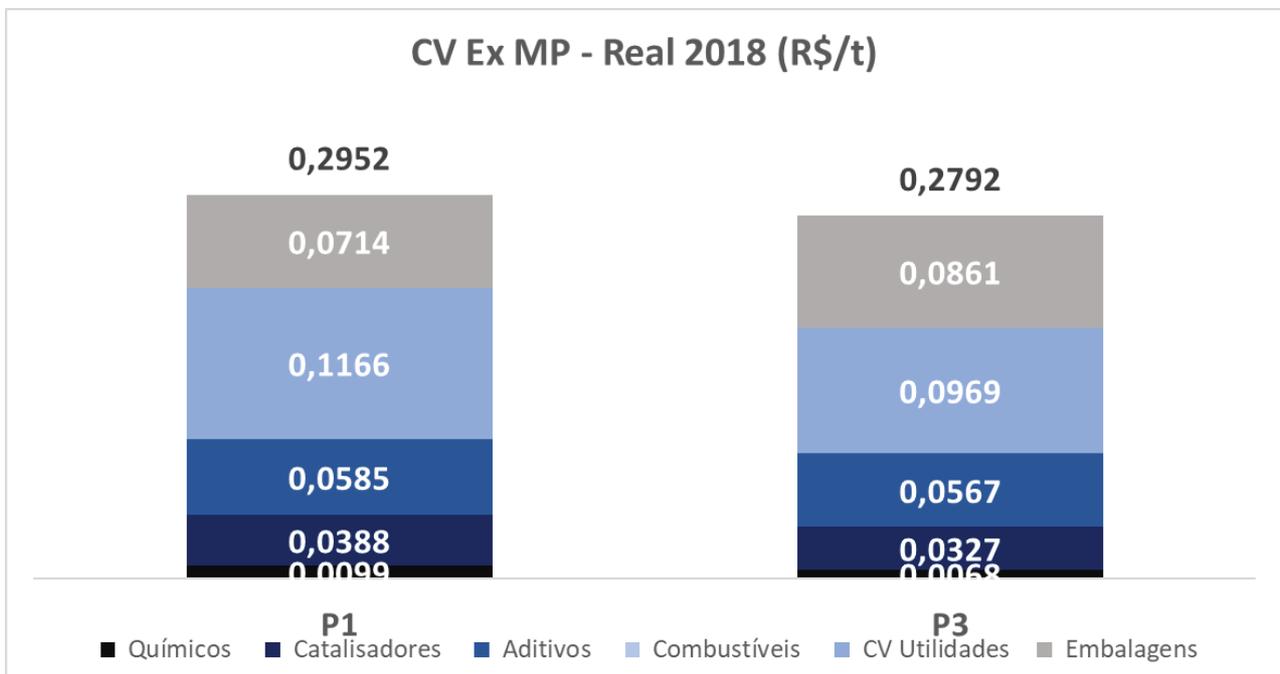


Figura 18 Custo Variável Unitário do HOMO 13 (R\$/t)

Na categoria de Químicos vemos um desvio de 45% no custo unitário da P1 em relação a P3. Este desvio está relacionado a três itens: amina etoxilada (desvio de 62%), graxa (desvio de 20%) e donor (desvio de 20%). Verificou-se que estes três itens possuem preços similares entre ambas as plantas, sendo então o impacto em custos devido diferenças de consumo. A graxa e o donor são itens que estão relacionados com a dosagem de catalisador. Se compararmos a categoria de catalisadores, vemos que a P1 possui um consumo em torno de 3%% maior do que na P3, portanto, o consumo de graxa e donor são itens que podem ser estudados melhor para redução na P1. Já em relação a amina etoxilada,

verificou-se que a P1 possui um consumo três vezes maior do que na P3, sendo uma oportunidade de redução no custo variável da planta também.

Na categoria de catalisadores, conforme comentado, as plantas possuem um rendimento similar, sendo uma diferença de apenas 3%. Portanto, o desvio que vemos no custo variável desta categoria é devido ao preço, sendo que ambas as plantas utilizam o mesmo tipo de catalisador. Chama atenção o fato de o catalisador possuir um preço maior na P1 do que na P3, visto que o entreposto do fornecedor é localizado no Sul, mais próximo a P1, e, portanto, o frete sob o preço é menor. Esta diferença pode ser explicada pelo fato de estarmos com um estoque maior do catalisador na P3 e consumindo catalisador comprado a um preço menor. Logo, vemos uma redução no custo variável da P3, mas um aumento no estoque na planta.

A categoria de aditivos possui um desvio de apenas 3% no custo unitário, não sendo uma diferença significativa. Já em utilidades vemos um desvio de 20%, explicada principalmente pela energia elétrica e vapor. A P1 possui um consumo de energia elétrica em torno de 14% menor que a P3, mas com um preço 20% maior, o que explica o aumento do custo variável da categoria. Já em relação ao vapor, a P1 consome vapor de alta pressão a um preço maior que a P3, que consome vapor de média pressão.

Na categoria de embalagens, verifica-se que a P1 possui um custo unitário de 17% menor do que a P3. Esta diferença explica-se principalmente pelos menores índices técnicos de big bags e paletes na P1, indicando uma logística reversa maior conforme já comentado no capítulo anterior.

5.3.2 HOMO 22

O HOMO 22 é um grande com alto impacto em custos na P3 devido o seu grande volume de produção. Ele foi orçado e produzido tanto na P3 quanto na P4, sendo o volume de produção 6 vezes maior na primeira planta e pouco produzido na segunda. A Figura 19 nos mostra uma comparação do custo variável unitário entre as duas plantas. A partir dela, podemos contatar que a planta com o maior volume de produção deste produto é *benchmarking* em custos.

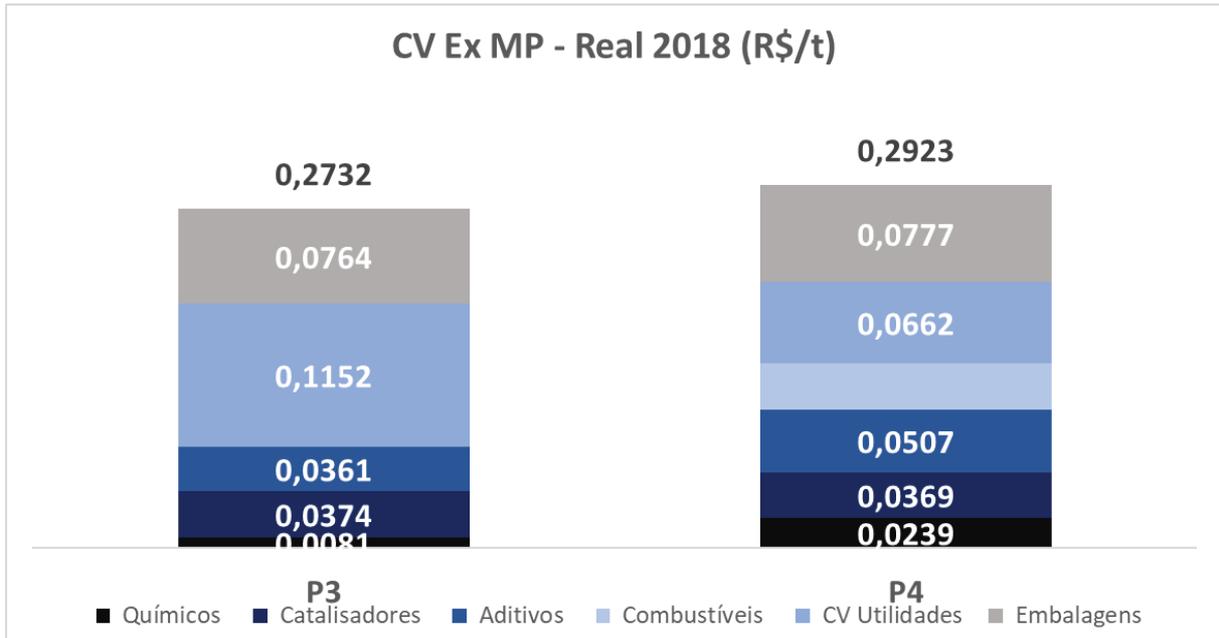


Figura 19 Custo Variável Unitário do HOMO 22 (R\$/t)

As categorias em que a P3 possui um custo variável unitário maior do que a P4 são utilidades e catalisadores. Neste caso, decidiu-se não fazer uma análise detalhada pois tivemos apenas um mês de produção do grade na P4. Analisando o custo variável orçado para o mesmo produto, verificou-se que a P3 é *benchmarking* em todas as categorias do custo, sendo, portanto, um desvio pontual encontrado no período realizado. Aqui chegamos a conclusão que, embora ambas as plantas estejam homologadas para produção deste produto, é mais viável sua produção na P3, conforme já está sendo realizado.

5.3.3 RACO 13

O RACO 13 é um copolímero randômico com grande impacto em custos devido seu alto custo variável unitário, embora produzido em menor volume quando comparado a outros produtos. Este grade foi orçado e produzido na P2 e P4, sendo que o volume orçado é 3 vezes maior na P2 em comparação a P4, embora no período realizado de 2018 estejam sendo produzidos na mesma proporção. Na Figura 20 é possível verificar a comparação do custo variável unitário em ambas as plantas.

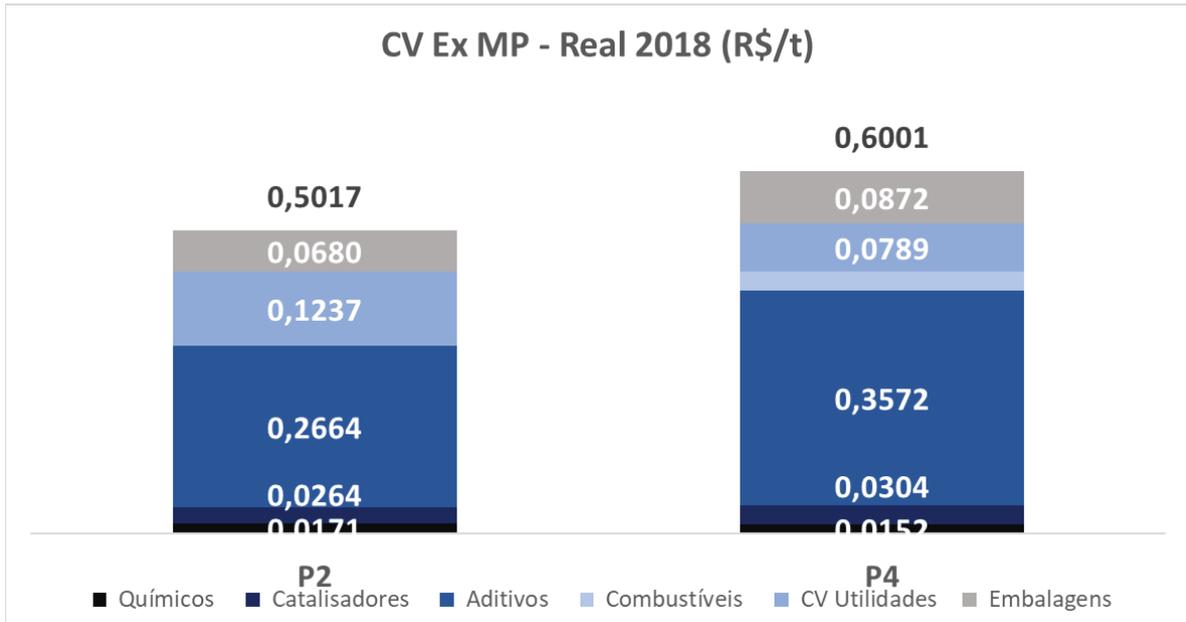


Figura 20 Custo Variável Unitário do RACO 13 (R\$/t)

Na categoria Químicos verifica-se que a P4 possui um custo variável unitário 11% menor do que a P2. Nesta categoria estão presentes 6 insumos, sendo que todos possuem custo variável menor na P2, com exceção a amina etoxilada. Apenas este item é o responsável por elevar o custo variável unitário de químicos na P2. O preço deste insumo é igual em ambas as unidades analisadas, portando o impacto em custos é devido a diferença de consumo deste insumos nas unidades, sendo consumido numa proporção três vezes maior na P2 quando comparado a P4. Este item é um possível caso de redução do custo variável na P2, visto que não há necessidade deste consumo elevado.

Na categoria de catalisadores, para produção do RACO 13 é utilizado o mesmo catalisador em ambas as plantas. Entretanto, o preço dele na P4 é maior que na P2. A diferença de preço ocorre principalmente devido o entreposto do fornecedor estar localizado no Sul, mais próximo a P2 do que P4. Além disso, o rendimento deste catalisador é maior na P2, sendo que o consumo dele na P4 é 23% maior. Embora as plantas operem com cargas diferentes, o rendimento do mesmo catalisador não deveria possuir uma diferença tão alta entre as plantas, sendo outro ponto a ser estudado como oportunidade de reduzir o custo variável da P4.

Na categoria de aditivos verifica-se que a P2 possui um custo variável unitário 15% menor do que P4. Esta diferença é porque a P2 dosa aditivos soltos, enquanto que a P4 os utiliza na forma de blenda, conseqüentemente elevando os preços. Já está em andamento um projeto na P4 na fase de teste para dosagem de aditivos soltos visando a redução do custo variável.

Na categoria de utilidades, a P2 possui um custo variável unitário 12% maior do que P4, principalmente devido diferenças do consumo de energia elétrica. O consumo de energia elétrica não pode ser comparado entre ambas as plantas, pois é um fator muito relacionado com a carga da unidade e a operabilidade.

Em relação a categoria de embalagens, o custo variável unitário é 28% maior na P4 do que na P2. Esta diferença é devido a um consumo superior de big bags na P4, sendo ponto de investigação e oportunidade de redução de custos. Além disso, os paletes utilizados no ensaque são os mesmos em ambas as unidades, entretanto os preços são maiores na P4. Outro ponto verificado é o serviço de ensaque, o qual é 50% maior na P4. Dentro dos serviços está o pagamento da empresa terceirizada que atua no ensaque, sendo este um custo semi variável, já que possui uma parcela fixa e outra que varia com o volume ensacado.

5.3.4 COPO 9

O COPO 9 é um copolímero heterofásico orçado e produzido na P1 e P4, sendo que o volume de produção na P1 é 10 vezes mais elevado. Na Figura 21 é possível verificar uma comparação de custos entre as duas plantas. O custo na P1 está 21% maior do que na P4, impactado principalmente nas categorias utilidades e embalagens.

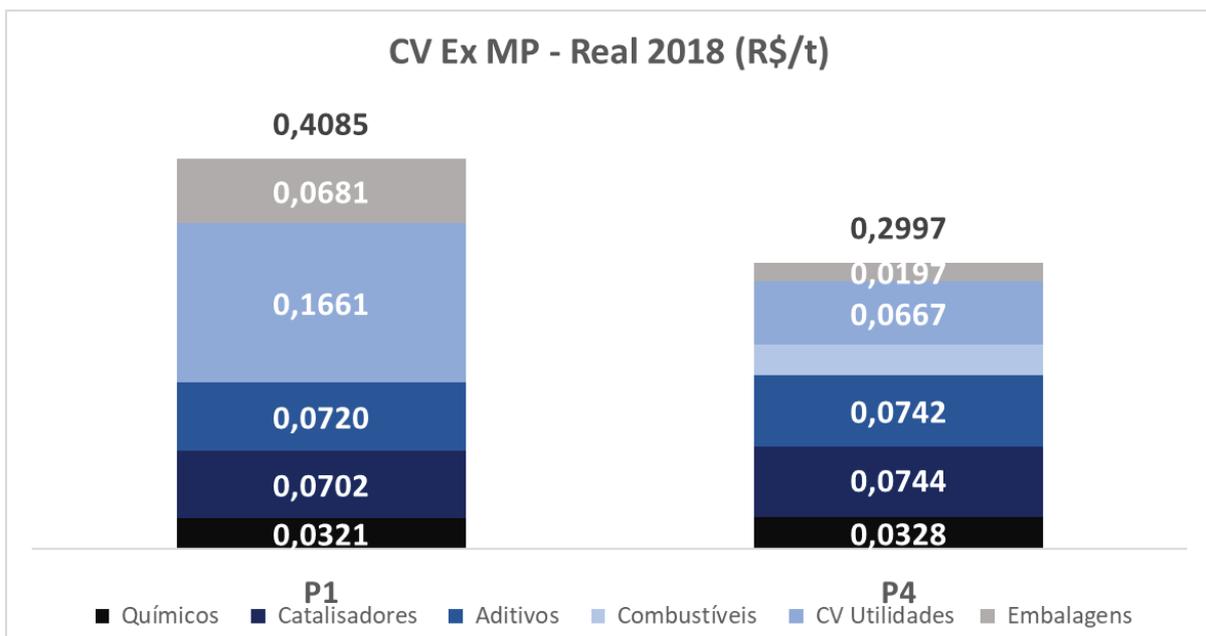


Figura 21 Figura 20 Custo Variável Unitário do COPO 9 (R\$/t)

A categoria químicos possui um desvio de custos não significativo entre as plantas. Em catalisadores, a P4 apresenta um custo variável unitário 6% maior que P1 devido menores rendimentos, consumindo 16% a mais do mesmo catalisador. Em aditivos a P4 tem um custo variável 38% maior que P1, sendo pelo mesmo fato apresentado na análise do RACO 13: P1 dosa aditivos soltos, enquanto P4 dosa eles em forma de blenda, elevando custo devido preços maiores. Em utilidades, o grande custo da P1 é principalmente devido energia elétrica, sendo que seu consumo unitário é 37% maior que P4. Além disso, o preço do kWh na P1 é maior também, impactando custos na categoria tanto em consumo quanto preço.

A categoria de embalagens é a que mais chama atenção, visto que na análise global das plantas a P1 é *benchmarking* em custos de embalagens. Entretanto, analisando um produto em específico, vemos um custo extremamente baixo na P4. Verificou-se que o COPO 9 não é enviado via granel, o que justificaria o baixo custo, mas sim em big bag. Neste caso, também se constatou um índice técnico muito baixo para os big bags, indicando um provável erro de lista técnica no sistema, o que causa uma incorreta distribuição de custos entre os produtos.

5.4 CONTROLE ATRAVÉS DE CARTAS DE CONTROLE

O presente trabalho encontra-se em andamento na empresa em questão e foi iniciado em 2018. Como próximos passos, espera-se a partir da análise feita até então construir um plano de ação para os casos onde encontrou-se oportunidades de redução de custos, continuando a próxima etapa do *benchmarking* interno

Para controle do processo, pretende-se escolher os grades críticos em custo variável, ou seja, aqueles com maiores impactos em cada planta, e controlar o processo através de cartas de controle. A partir delas será possível controlar melhor o processo, identificando desvios e reduzindo a variabilidade. Para a carta de controle, cada ponto amostral será equivalente a média do custo variável unitário de 4 meses, reduzindo assim os desvios de apontamentos devido ao lote de virada do mês, conforme explicado anteriormente.

Visto que o trabalho de *benchmarking* interno se iniciou em 2018, temos dados do custo variável por grades apenas de 7 meses, impossibilitando a construção de cartas de controle para a análise que se deseja. Entretanto, abaixo encontra-se um exemplo de carta de controle de médias e amplitude para a categoria de utilidades na P4, já que os dados de

custo variável por planta são acompanhados na empresa ao longo dos últimos anos e estavam disponíveis.

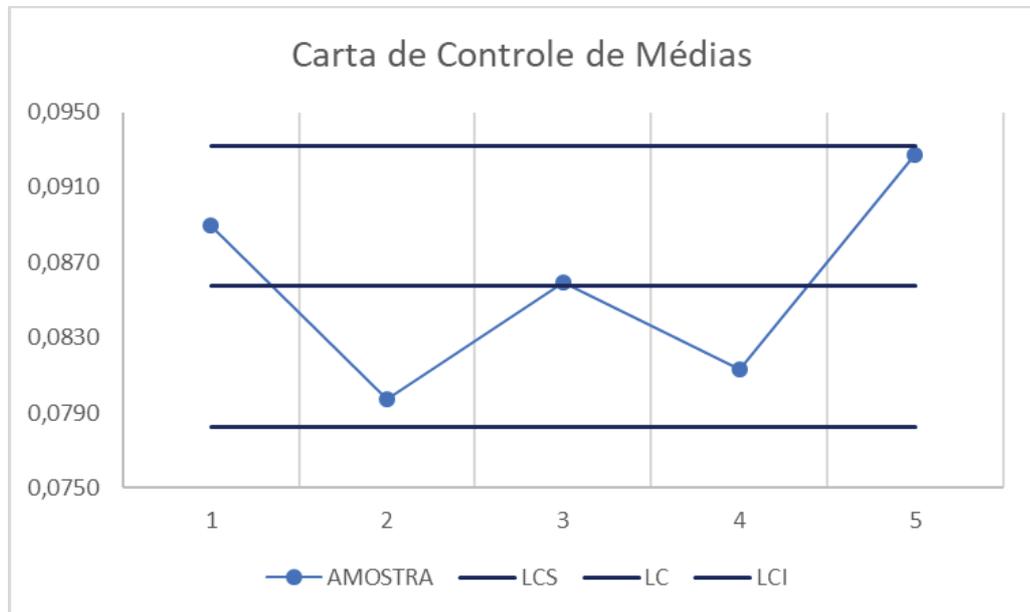


Figura 22 Carta de Controle de Médias para o Custo Variável Unitário (R\$) de Utilidades na PP4

Na Figura 22 verificamos que o ponto amostral 5 está quase alcançando no limite de controle superior, indicando ponto de atenção neste período. Este período de 4 meses engloba o mês de junho, o qual ocorreu paradas na planta em decorrência da greve dos caminhoneiros. Neste período, o benchmarking em custos é o ponto amostral 2, devendo este ser olhado com maior atenção, verificando as boas práticas do período e replicando para possível redução de custos e maior controle do processo. Análises similares a estas devem ser realizadas no futuro para a lista de grades críticas em custo variáveis.

6 CONCLUSÕES

Atualmente podemos dizer que o mercado está em constante mudança e cada vez mais é necessário encontrar oportunidades para tornar empresas mais competitivas frente a este cenário. Neste sentido, uma boa gestão interna é ponto essencial para entendimento da performance das empresas e ponto de partida para buscar as melhores práticas dentro dos processos.

O *Benchmarking* Interno é uma ferramenta de extrema importância dentro das empresas que possuem um bom controle de gestão. A partir dela podemos gerenciar indicadores considerados estratégico dentro das companhias e compará-los entre os diferentes negócios ou unidades das empresas, encontrando as melhores práticas e partindo para um plano de ação.

Para realização do *Benchmarking* Interno em uma empresa produtora de polipropileno construiu-se um relatório gerencial de custos, sendo que a partir deste relatório conseguimos ter uma visão comparativa do custo variável entre as plantas analisadas. Este relatório é uma ferramenta simples, mas com grandes possibilidades de análises as quais antes não eram realizadas. Ao longo do trabalho análises comparativas entre plantas, famílias de polipropilenos e quatro diferentes grades foram realizadas, encontrando algumas oportunidades para gerar um plano de ação. A partir desta análise, espera-se concluir ciclos de reuniões entre diferentes áreas da empresa, como engenharia de processos, produção, planejamento e suprimentos, a fim de construir um plano de ação em cima dos pontos levantados. Além disso, é possível estruturar uma agenda de reuniões mensais a fim de realizar neste período uma análise transversal do negócio, buscando sempre as melhores práticas, investigando pontos de desvios e criando o plano de ação para eliminar gaps.

A criação do relatório gerencial de custos por grades foi um passo importante para a empresa em questão, visto que ele foi uma automatização de um processo já realizado na empresa. Entretanto, antes da criação do relatório, o processo de levantamento de dados para comparação de custos entre grades e famílias era demorado e sem um fluxo de atualização definido. Após a divulgação do relatório entre as áreas da empresa, ocorreu uma maior interface entre elas para discussão do custo variável e a análise comparativa é realizada com maior frequência, trazendo oportunidades de melhor gestão do processo. Além disso, com o passar do tempo e maior número de dados, espera-se implementar cartas de controle para acompanhamento dos grades críticos em cada planta. Dessa forma, espera-se obter um maior controle do processo, redução dos desvios e possibilidades de redução dos custos de produção.

Portando, podemos concluir que é possível dentro das empresas aumentar competitividade a partir de simples análises internas, desenvolvendo assim uma boa gestão interna e trazendo oportunidades de aumentar a performance das empresas. É importante sistematizar estas análises e criar uma rotina, buscando sempre a melhoria contínua.

7 REFERÊNCIAS

CAMP, Robert C. **Benchmarking: identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que levam à maximização da performance empresarial**. 3. ed. [s.l.] : Pioneira, 1998.

CARNERO, María Carmen. Multicriteria model for maintenance benchmarking. **Journal of Manufacturing Systems**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 303–321, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.12.006>>

EBEWLE, Robert O. **POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY**. [s.l: s.n.].

FERNANDES PICHETH, Sara et al. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. **Educação - Revista Quadrimestral**, [s. l.], v. 39, n. Suplementar, p. 11, 2016. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/viewFile/24263/15415>>

ISABEL, Márcia; FERREIRA, Santos. Projeto preliminar de uma unidade de produção de polipropileno. [s. l.], 2015.

K. AHMED, Pervais; RAFIQ, Mohammed. Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis. **Benchmarking for Quality Management & Technology**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 225–242, 1998.

KARIAN, Harutun G. **Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites**. 2. ed. Michigan, USA: Marcel Dekker, New York, 2003.

Licensed Polyolefin Technologies and Services. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.lyondellbasell.com/globalassets/products-technology/technology/spheripol-brochure.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2018.

LIMA, A. A. N. et al. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 177–187, 2006.

MACIEL, Tassia Henkes; BRANCO, Gabriela Musse; WERNER, Liane. Cartas De Controle Multivariadas: Estudo De Caso Em Vinícolas Italianas. **Cadernos do IME - Série Estatística**, [s. l.], v. 37, n. August 2015, p. 11–35, 2014. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/cadest/article/view/18277>>

MARTINS, Tomas. **Estratégia e Competitividade**. [s.l.] : Intersaberes, 2013.

MEGLIORINI, Evadir. **Custos**. São Paulo: Macron Books, 2001.

MEGLIORINI, Evadir. **Custos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MELO, Alexandre Meneses De; CARPINETTI, Lu. **Estudo e sistematização da identificação do objeto de estudo de benchmarking**. 2001. EESP/USP, São Carlos, 2001.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle da qualidade**. 4 ed ed. São Paulo: LTC, 2004.

MOORE, E. P. **Polypropylene Handbook**. [s.l.] : Hanser Publisher, 1996.

OPRIME, Pedro Carlos et al. Método de estimativa dos limites da carta de controle não paramétrica que monitora simultaneamente a média e variância. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 146–164, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000100146&lng=pt&tlng=pt>

RABELLO, Marcelo. **Aditivação de Polímeros**. [s.l: s.n.].

SOUZA, Marcos Antônio De; DIEHL, Carlos Alberto. **Gestão de Custos: Uma Abordagem Integrada entre Contabilidade, Engenharia e Administração**. São Paulo: Atlas, 2009.

SPENDOLINI, Michael J. **Benchmarking**. [s.l.] : Makron Books, 1993.

TELEMACO, E. de P. **Degradação Fotoquímica de Efluentes Industriais Contendo Polipropileno e Isoniazida**. 2008. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2008.

WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho. Aplicação individual e combinada dos gráficos de controle Shewhart e CUSUM: uma aplicação no setor metal mecânico. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 271–286, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000200003&lng=pt&tlng=pt>