



Implantação de um programa de melhoria da produtividade

Pedro Luiz Corrêa Garcia¹
José Glenio Medeiros de Barros²
Luiz Panhoca³

Resumo

A busca contínua pela melhoria da produtividade remete as organizações a um esforço de racionalização e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Os benefícios são amplos e reconhecidos. Contudo, cada componente organizacional deve estar engajado na obtenção de melhores níveis de produtividade na organização, contribuindo para o resultado do todo. É neste contexto que o presente trabalho foi desenvolvido. Este trata da análise dos resultados de um programa de produtividade implantado em um laboratório de análises físico-químicas, integrado a uma refinaria de petróleo, localizada no estado de São Paulo. Três aspectos foram analisados: a adequação do aproveitamento da mão-de-obra do laboratório, a minimização dos custos e o aprimoramento do atendimento aos seus clientes. Para a estruturação do programa, utilizou-se como metodologia o Ciclo *PDCA* combinado ao Ciclo da Produtividade. Visando ao acompanhamento e à avaliação do referido programa, foram utilizados cinco indicadores de produtividade, sendo duas medidas físicas, relacionadas à mão-de-

¹ Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Taubaté, Gerente de Laboratório - Refinaria de Petróleo da PETROBRAS.

² Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Professor Assistente da Universidade de Taubaté.

³ Doutor em Contabilidade pela Universidade de São Paulo, Professor Colaborador do Programa de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade de Taubaté, Sócio e Diretor Técnico da Panhoca Consultoria e Pesquisas Ltda.

obra, e três medidas monetárias, relacionadas à mão-de-obra, materiais e serviços. Também foi utilizado um indicador de produção, o tempo padrão aplicado em ensaios, voltado ao atendimento dos clientes. Esses indicadores foram apurados mensalmente, antes e após o início de implantação do referido programa. Os resultados dos dois períodos foram então comparados e analisados. Concluiu-se que a implantação do programa de produtividade atingiu parcialmente os objetivos propostos, trazendo como resultados positivos o melhor aproveitamento da mão-de-obra e a melhoria no atendimento aos clientes do laboratório. Em relação aos custos, obteve-se o benefício da interrupção da tendência de aumento dos custos de mão-de-obra, sendo necessária a continuidade do programa para se buscar melhores resultados.

Palavras-chave: indicadores de avaliação, produtividade, laboratório de análises, refinaria de petróleo.

Implantation of a productivity improvement program

Abstract

The continuous search to improve productivity leads organizations to rationalize and manage better their available resources. The benefits are huge and recognized. But, each organizational component must be engaged to reach better productivity levels, helping the whole organization result. And within this context, the present study was developed. It concerns about the results analysis of a productivity improvement program implemented in a physical and chemical analysis lab of a petroleum refinery, located in São Paulo state. Three aspects were analyzed: management adjust of lab labor, costs minimization and client service improvement. The methodology of this program was based on PDCA Cycle and also on Productivity Cycle. Five productivity measures were used to follow the program analysis, with two physical indexes, related to labor, and three monetary indexes, related to labor, materials, and service. It was used a production measure as well, the standard time applied in assays, focused in the client service. These indexes were calculated monthly, before and after the productivity program start. Than, the results of

these two periods were compared and analyzed. The conclusion was that the introduction of the productivity program reached partially the expected goals, bringing positive results as the better profitability of laboratory labor and the better attendance for laboratory clients. Related to costs, the benefit of interrupting the labor costs increase tendency was obtained, but it is still necessary to continue with this program, in order to pursue better results.

Keywords: evaluation indexes, productivity, analytical laboratory, petroleum refinery.

Introdução

Nos dias de hoje, a sobrevivência e o crescimento das organizações dependem fundamentalmente da sua competitividade. Um dos fatores mais relevantes para o alcance de maior competitividade consiste na estratégia de melhoria da produtividade nas organizações, conforme preconizado por Chase, Jacobs e Aquilano (2006). Assim, a difusão dessa estratégia em larga escala termina por alavancar a produtividade dos países que abrigam estas organizações.

Como resultado da melhoria generalizada da produtividade, obtêm-se, segundo Martins e Laugeni (2005), a elevação da *renda-per-capita* e do padrão de vida da população.

Nesse contexto, uma das conclusões mais interessantes de um estudo elaborado pela McKinsey (1999), evidencia que o desenvolvimento acelerado do Brasil poderia ser obtido pelo esforço coletivo das empresas na busca por melhores níveis de produtividade.

Segundo Campos (1999), para que isto seja possível, todas as funções da empresa devem buscar a melhoria contínua e a inovação, cuja sistematização e abrangência promovam uma sinergia positiva para os resultados de toda a organização.

Com o processo de globalização em curso e a abertura econômica brasileira, as empresas aqui instaladas, buscaram, em geral, ampliar sua competitividade utilizando, entre outras estratégias, os benefícios do aumento da produtividade. Este é o caso específico das empresas do setor petrolífero, em particular das refinarias de petróleo. No caso das refinarias estatais, que experimentaram, em geral, baixo nível de investimento e uma redução significativa dos seus quadros de recursos humanos ao longo das últimas décadas, o estímulo à melhoria da produtividade se configurou em atenuante às perdas observadas. As restritas contratações, por um longo período, agravado pela ocorrência, ano a ano, de uma redução da mão-de-obra, em razão das aposentadorias e saídas voluntárias, estimularam a melhoria da produtividade como meio de manter as empresas do setor em operação. Sem a adequada reposição dessa mão-de-obra, surgiu a necessidade de um melhor aproveitamento dos recursos remanescentes, em particular do capital humano. Tal fato trouxe, como consequência, a necessidade de uma melhor utilização dos recursos humanos, entre outros recursos disponíveis.

Por outro lado, as oportunidades e ameaças próprias do processo de globalização em andamento, também levaram as organizações do setor a buscar um melhor aproveitamento dos seus recursos, ampliando a utilização de novas técnicas e tecnologias, ao

mesmo tempo em que se buscava cumprir as, cada vez mais, rigorosas leis ambientais, entre outras exigências.

Assim, participando de um esforço conjunto, as refinarias estatais, de um modo geral, engajaram-se no objetivo de tornar as empresas do setor mais produtivas e competitivas, levando em conta as questões primordiais de segurança e saúde das pessoas e a preservação do meio ambiente.

É nesse contexto que o presente trabalho se apresenta oportuno. Este descreve os esforços desenvolvidos para a melhoria da produtividade e a redução de custos em um laboratório de análises físico-químicas integrado a uma refinaria de petróleo estatal situada no estado de São Paulo.

Para um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, em especial dos seus recursos humanos, definiu-se uma estratégia baseada na melhoria da produtividade para o referido laboratório. Esta foi obtida por meio de um programa que enfatizou a melhoria da qualidade como estratégia para a elevação dos níveis de produtividade. Assim, considerando a escassez dos recursos humanos dedicados às atividades do laboratório, julgou-se imprescindível aumentar a produtividade da equipe de trabalho, como meio de melhor utilizar a mão-de-obra disponível, redirecionando inclusive parte dos colaboradores para novas atividades e outras necessidades do laboratório.

Por meio da estruturação de um método sistemático de melhoria contínua, integrado a um programa de melhoria da produtividade do laboratório, buscou-se ampliar as atividades e funções deste laboratório, sem a necessidade de grandes investimentos adicionais.

Basicamente, o maior investimento realizado ao longo do programa, consistiu no treinamento de pessoal, visando à obtenção de ganhos que pudessem se refletir no aumento da produtividade do laboratório e que fosse passível de verificação por meio de indicadores de gestão apropriados.

Delimitação do Estudo

Em sintonia com os objetivos estabelecidos para o trabalho, três aspectos principais foram abordados ao longo do estudo: (i) a adequação do aproveitamento da mão-de-obra do laboratório, (ii) a minimização dos seus custos de operação e (iii) a melhoria do atendimento aos seus clientes. No desenvolvimento do trabalho, buscaram-se resultados que pudessem contribuir para a

competitividade da refinaria como consequência da melhoria das condições de funcionamento do laboratório, baseado nos seguintes fatores:

- Adequação do aproveitamento da mão-de-obra do laboratório: sob este aspecto é crescente a necessidade de recursos humanos que possam desenvolver novas atividades, necessárias ao atendimento da demanda, pelo laboratório. O aumento da produtividade pode ser um dos meios para redirecionar parte do seu efetivo para essas atividades. Este resultado deve otimizar o capital humano, gerando inclusive desafios e oportunidades para as pessoas envolvidas.
- Minimização dos custos: é uma das consequências mais imediatas da melhoria da produtividade, que deve ser obtida sem a redução dos níveis de qualidade e produção de serviços, ou até mesmo com a sua ampliação, levando em conta, num primeiro plano, a segurança e a saúde das pessoas e a preservação do meio ambiente.
- Melhoria da qualidade no atendimento aos clientes: a realização de um maior número de ensaios, como consequência da melhoria da produtividade do laboratório, deve trazer maior satisfação aos clientes do laboratório em relação às crescentes solicitações de serviços. Por meio de mudanças nos métodos de trabalho, bem como no comportamento e motivação das pessoas envolvidas, deverá ser possível melhorar a qualidade do atendimento do laboratório em termos qualitativos e quantitativos.

Produtividade: Conceitos e Definições

A produtividade em uma organização, conforme Ritzman e Krajewski (2004), pode ser medida de formas distintas. Podem ser empregadas medidas físicas ou monetárias, bem como resultados absolutos ou relativos; contudo, o mais importante é estabelecer de forma clara a necessidade de acompanhamento da produtividade em um determinado período e o custo-benefício de se fazê-lo.

Segundo Contador (1998), a produtividade pode ser definida como a capacidade de produzir, partindo-se de uma certa quantidade de recursos, ou ainda o estado em que se dá a produção. A produtividade é medida pela relação entre os resultados efetivos da produção e os recursos produtivos aplicados a ela (ou produção/recursos), tais como: peças/hora-máquina, toneladas produzidas/homem-hora, quilogramas fundidos/quilowatt-hora,

toneladas de soja/hectare (onde ano está implícito por corresponder à safra), carros produzidos/funcionário-ano, toneladas de aço/homem-ano, etc. A produtividade pode ser medida para cada recurso isoladamente, para ser possível avaliar o comportamento e o desempenho de cada um. Não obstante, também é possível medir a produtividade considerando a totalidade dos recursos utilizados para gerar uma determinada produção (bens ou serviços).

Nesse contexto, Moreira (1996) apresenta uma formulação geral utilizada para medir a produtividade num dado período de tempo, conforme pode ser observado pela Equação 1:

$$P_t = \frac{O_t}{I_t} \quad (1)$$



Sendo:

P_t - produtividade absoluta no período t

O_t - produção obtida no período t (saída ou *output*)

I_t - insumos (entrada ou *input*), também chamados de fatores de produção, utilizados no período t na obtenção da produção O_t .

Moreira (1996) faz ainda dois comentários a respeito dessa equação. Primeiro, ele indica que a Equação 1 fornece a chamada produtividade absoluta, pois as suas unidades derivam das unidades utilizadas para a produção e para os insumos considerados. Entretanto, é comum a utilização de índices de produtividade (produtividade relativa), tomando-se como referência um período base, que é considerado com o valor 100. Os índices dos demais períodos são referidos a ele, dividindo-se a sua produtividade absoluta pela produtividade absoluta do período de referência e multiplicando-se por 100. Isto é feito para facilitar as comparações de produtividade ao longo do tempo.

Outro comentário de Moreira (1996) sobre essa equação, é que ela pode ser desdobrada numa família de equações, dependendo das medidas de produção e dos insumos considerados. Ou seja, haverá tantas medidas diferentes de produtividade, quantas combinações entre medidas de produção e insumos existirem.

Moreira (1996) apresenta as medidas de produtividade em duas grandes categorias:

(i) Os Índices Parciais de Produtividade: estes consideram,

para efeito de cálculo da produtividade, cada um dos fatores de produção em relação ao total produzido em um determinado período. Nesse caso, faz-se a relação entre cada um dos insumos utilizados (mão-de-obra, capital, matéria-prima, energia, etc.) e o total gerado como produção.

- (ii) Os Índices Globais de Produtividade: estes consideram, no cálculo da produtividade, dois ou mais insumos do sistema de produção, e subdividem-se em:
- Produtividade Total dos Fatores: quando se utilizam para o cálculo os fatores de produção (insumos) mão-de-obra e capital;
 - Produtividade Múltipla dos Fatores: quando são considerados, além da mão-de-obra e do capital, outros fatores de produção como a matéria-prima, a energia e outros.

Já para Campos (1999), a produtividade pode também ser definida de forma monetária como o quociente entre o faturamento da organização e os custos incorridos para gerar aquele faturamento, conforme ilustrado pela Equação 2. Dessa forma, além de incluir todos os fatores internos da empresa, também inclui o cliente como fator decisivo de produtividade. Se o cliente não quiser comprar, por maior que seja a eficiência da empresa, a produtividade cairá à medida que o faturamento cair.

$$P_t = \frac{F_t}{C_t} \quad (2)$$

Sendo:

P_t - Produtividade no período t

F_t - Faturamento obtido no período t

C_t - Custos incorridos no período t para a obtenção daquele Faturamento

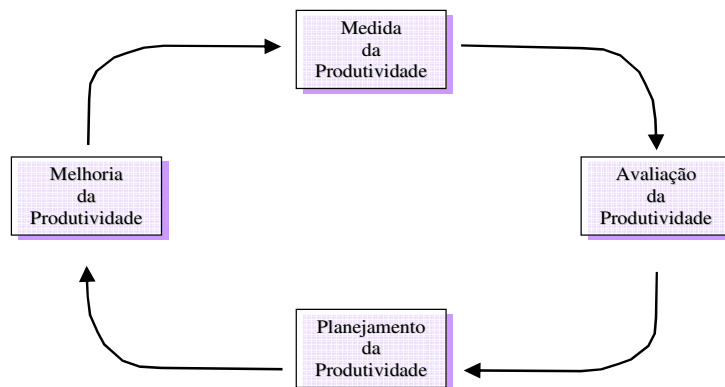
Metodologia Aplicada

A metodologia desenvolvida para suportar o presente trabalho, combina o Ciclo PDCA com o que Sumanth (1984) denomina de Ciclo da Produtividade. O Ciclo PDCA, mais conhecido, foi, segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), concebido por Walter A. Shewhart, nos anos 30 e mais amplamente disseminado por W. Edwards Deming, nos anos

50, no Japão e nos Estados Unidos. Esse Ciclo constitui-se em uma ferramenta de melhoria contínua e suas etapas de implementação significam: *Plan* (Planejar), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Action* (Agir), este último no sentido de agir corretivamente para corrigir ou melhorar o que foi planejado e verificado ao longo das etapas anteriores do Ciclo.

Já o Ciclo da Produtividade, que tem identidade com o próprio Ciclo PDCA, segundo Sumanth (1984), consiste em um método para a melhoria contínua da produtividade na organização por meio de quatro etapas bem definidas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Ciclo da Produtividade



Fonte: Sumanth, David - 1984

Na primeira etapa (Medida da Produtividade), deve-se proceder a um diagnóstico completo do nível de produtividade vigente na organização. Para isso, a produtividade será medida utilizando-se dados já existentes ou, se necessário, novos dados serão coletados. A metodologia para se medir a produtividade pode ser variada, mas normalmente ela se concentra na determinação de alguns índices parciais de produtividade, escolhidos em função do impacto ou influência desses sobre os custos totais de produção da empresa. Ao término do cálculo dos índices parciais mais relevantes, far-se-á a medida de produtividade total da empresa.

Uma vez medido o nível de produtividade parcial e total, estes deverão ser comparados com índices equivalentes de outras empresas, de preferência os de empresas concorrentes, que sabidamente

apresentem bons níveis de produtividade. Esse processo comparativo, característico da segunda etapa do Ciclo (Avaliação da Produtividade), vem sendo bastante facilitado pelas modernas técnicas de *benchmarking*. Além de comparar com os índices da concorrência, outros métodos de avaliação da produtividade podem e devem ser utilizados, entre os quais: a comparação com índices anteriores da própria empresa, se existirem, e a verificação da diferença de produtividade em relação às empresas de classe mundial no setor. Não obstante, é imprescindível verificar se a produtividade medida incorpora a metodologia de cálculo mais adequada para efeito de comparações dos resultados.

Na terceira etapa (Planejamento da Produtividade), a partir dos níveis de produtividade medidos e comparados, far-se-á o planejamento dos níveis a serem atingidos a curto, médio e longo prazos. Feito o planejamento, com a fixação dos objetivos e cronograma, deve-se passar para a quarta etapa do Ciclo (Melhoria da Produtividade).

Nessa fase, diversas propostas de melhoria da produtividade serão analisadas. Algumas propostas serão implementadas e, já novamente na etapa 1 seguinte (Medida da Produtividade), verificar-se-á a pertinência das propostas de melhoria da produtividade de curto prazo implantadas. Dessa forma, o ciclo de produtividade irá se repetir.

Ao se combinarem esses dois Ciclos (Figura 2), utilizando-se para isso as suas etapas comuns, obteve-se uma sistemática mais completa e abrangente para buscar uma melhoria contínua da produtividade no laboratório em estudo.

A Figura 2 apresenta o fluxograma obtido a partir da combinação dos Ciclos descritos anteriormente. Ele representa a síntese do método aplicado à pesquisa e envolve as seguintes fases: (a) definição dos indicadores de produtividade para o laboratório; (b) medida da produtividade; (c) avaliação da produtividade do laboratório; (d) planejamento da produtividade a ser alcançada; (e) aplicação das propostas de melhoria formuladas; (f) medida da produtividade após as melhorias e (g) análise da produtividade após as melhorias obtidas.

O programa de melhoria da produtividade foi realizado no laboratório durante aproximadamente treze meses. Entretanto, para conhecer melhor os seus resultados foram realizadas medições utilizando-se indicadores de produção e produtividade no laboratório, antes e após a implementação do referido programa. Dessa forma,

foram definidos seis indicadores, conforme apresentados na Tabela 1, para o acompanhamento dos resultados do programa junto ao laboratório. Foram efetuadas medidas mensais, utilizando-se os indicadores, ao longo do período compreendido entre fevereiro de 2003 e novembro de 2004, com o programa considerado concluído em fevereiro de 2004. Para se fazer referência aos dois períodos do estudo, ou seja, antes do início da implantação das propostas de melhoria da produtividade para o laboratório (fevereiro de 2003 a fevereiro de 2004), e após a implantação das propostas de melhoria da produtividade, ou seja, de março a novembro de 2004, foi adotada a identificação de Período 1 e Período 2, respectivamente.

Nesse período de treze meses, diversas técnicas de grupo, bem como ferramentas estatísticas e de análise, foram utilizadas em cada uma das etapas concernentes à metodologia aplicada (Figura 2), gerando os resultados apresentados, mais adiante, na seção de Resultados e Discussão.

Figura 2: Fluxograma da Metodologia Aplicada

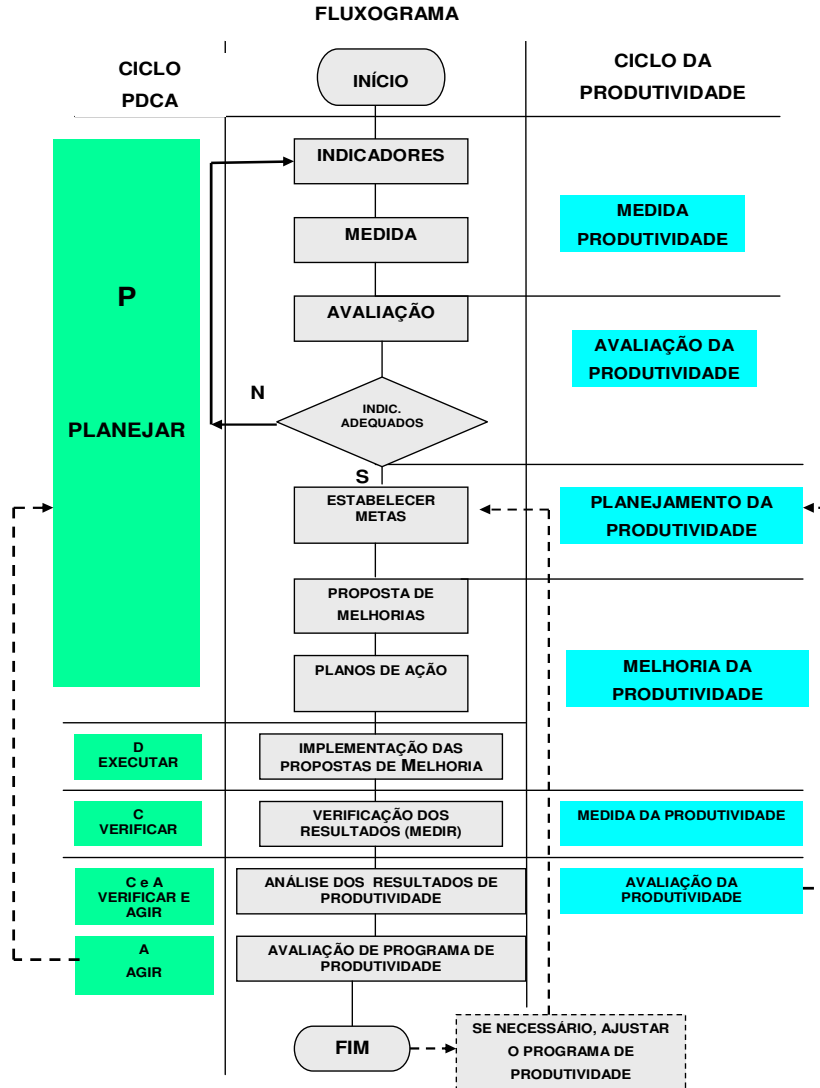


Figura 2 - Fluxograma da Metodologia Aplicada

→ Ligação do fluxo utilizado no trabalho
 - - - → Ligação de continuidade do ciclo

Fonte: adaptado pelo autor de MARTINS e LAUGENI (2002) e WALTON (1991 apud DAVIS et al., 2001) e MARANHÃO (2001)

Tabela 1: Caracterização dos Indicadores Aplicados ao Estudo

Sendo:

$MFPP_{MOD}$ – Medida Física da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Direta

$MFPP_{MOT}$ – Medida Física da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Total (direta e indireta)

Ord.	Medida da Produtividade Parcial da(e)	Equação	Medida	Unidade
1	Mão-de-Obra Direta	$MFPP_{MOD} = \frac{T_{PA}}{T_d}$	Física	$\frac{\text{min}}{\text{min}}$
2	Mão-de-Obra Total (direta e indireta)	$MFPP_{MOT} = \frac{T_{PA}}{T_t}$	Física	$\frac{\text{min}}{\text{min}}$
3	Mão-de-Obra (direta e indireta)	$MMPP_{MO} = \frac{FAT}{C_{mo}}$	Monetária	$\frac{US\$}{US\$}$
4	Materiais	$MMPP_{MT} = \frac{FAT}{C_m}$	Monetária	$\frac{US\$}{US\$}$
5	Serviços	$MMPP_{SV} = \frac{FAT}{C_s}$	Monetária	$\frac{US\$}{US\$}$

Ord.	Medida de Produção	Equação	Medida	Unidade
6	Tempo Padrão Aplicado em Ensaios	$T_{PA} = \sum_{i=1}^m n_i \cdot T_{PAi}$	Física	min

$MMPP_{MO}$ – Medida Monetária da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra (direta e indireta)

$MMPP_{MT}$ – Medida Monetária da Produtividade Parcial dos Materiais

$MFPP_{MOD}$ – Medida Monetária da Produtividade Parcial dos Serviços

T_{PA} – Tempo Padrão Aplicado aos Ensaios

T_d – Tempo de Mão-de-Obra Direta Efetivamente Utilizado no Ensaio

T_t – Tempo de Mão-de-Obra Total (direta e indireta) Efetivamente Utilizado no Ensaio

FAT – Faturamento Obtido com o Serviço

C_{mo} – Custo Total da Mão-de-Obra

C_m – Custo Total dos Materiais

C_s – Custo Total dos Serviços

Para a análise estatística dos resultados obtidos com os indicadores, foram estabelecido os seguintes procedimentos:

- (i) foram analisados os valores mais afastados da média, considerando-se o limite do Desvio-Padrão (DP);
- (ii) foram comparados os resultados obtidos antes e após o início da implantação das propostas de melhoria da produtividade, com base nos seguintes critérios: Média (MD), Coeficiente de Variação (CV) e Taxa Média de Variação Geométrica (TxG).
- (iii) foi avaliada a existência ou não de tendências dos resultados dos indicadores, antes e após o início da implantação das propostas, por meio de Regressão Linear;
- (iv) foram comparadas as variâncias dos resultados dos indicadores, antes e após o início da implantação das propostas de melhoria, por meio do Teste-F;
- (v) foram comparadas as médias dos resultados dos indicadores, antes e após a implantação das propostas de melhoria da produtividade no laboratório, por meio do Teste-t.

Considerando que, tanto o Teste-F com o Teste-t pressupõem uma distribuição normal dos dados analisados (COSTA NETO, 2002), eles só foram aplicados nos casos em que a Regressão Linear não indicou tendência para os dois períodos. Ou seja, nos casos em que pelo menos um dos dois períodos apresentou tendência crescente ou decrescente, o Teste-F e o Teste-t não foram realizados, pois não são aplicáveis.

Para todas as análises estatísticas deste trabalho, foi utilizado o nível de confiança de 90 %, considerado suficiente, para as características deste experimento e os seus objetivos.

Com relação ao Teste-t, existem dois cálculos do Valor P: o unicaudal e o bicaudal. Segundo Miller e Miller (1993), o bicaudal é utilizado para testar se há diferença entre duas variáveis, em ambos os sentidos: maior ou menor, e o unicaudal é utilizado para testar se há diferença entre duas variáveis, somente para um dos sentidos: só maior ou só menor. Como, neste estudo, analisa-se um programa de aumento da produtividade, e a expectativa é de uma diferença somente para o sentido do aumento dos indicadores, o Valor P utilizado foi o unicaudal.

Além dos indicadores de produtividade, foi analisado um indicador de produção, que é o Tempo Padrão Aplicado em Ensaios (T_{PA}). Como existe uma demanda crescente de ensaios pelos clientes internos do laboratório e com a atual limitação de mão-de-obra, o aumento desse indicador significa uma melhoria no atendimento ao cliente.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos e aqui analisados foram organizados para cada um dos indicadores utilizados e relacionam-se aos objetivos do estudo. Conforme já descrito, o objetivo geral do trabalho está voltado para o aumento da produtividade do laboratório, enquanto que os objetivos específicos visam adequar o aproveitamento da mão-de-obra, minimizar os custos de operação e melhorar o atendimento aos clientes, contribuindo para o alcance do objetivo geral.

Embora nem todos os resultados possam ser aqui apresentados, por limitação de espaço do presente veículo, buscou-se descrever e analisar aqueles mais significativos sob o ponto vista do atendimento aos objetivos estabelecidos para o trabalho.

Adequação do aproveitamento da mão-de-obra

Uma das oportunidades de melhoria identificadas para o laboratório e, conseqüentemente, para a própria refinaria, foi a utilização efetiva dos seus analisadores de processo. Os analisadores de processo são equipamentos automáticos, localizados dentro das unidades produtivas da refinaria, que amostram os produtos derivados do petróleo e realizam os ensaios no local, disponibilizando os resultados em rede para a empresa. Para que os analisadores de processo operem adequadamente são necessárias atividades de validação e monitoramento que garantam a confiabilidade e a conseqüente credibilidade das suas informações.

Assim, considerando ganhos de produtividade ao longo do programa, identificou-se que seria possível absorver essas atividades de validação e monitoramento dos analisadores. Trata-se de um custo de oportunidade, que deixa de existir, com uma atuação mais intensiva dos técnicos do laboratório. Para isso, seria necessária uma adequação no aproveitamento da mão-de-obra de técnicos alocados ao laboratório.

Sob esse aspecto, o estudo demonstrou os ganhos obtidos pelo laboratório, considerando os três indicadores de produtividade parcial da mão-de-obra utilizados e caracterizados na Tabela 1 já apresentada.

Verificou-se estatisticamente que os resultados obtidos, após o início da implantação das propostas de melhoria da produtividade, trouxeram, em geral, benefícios para o laboratório e os seus clientes. Assim, no que tange ao melhor aproveitamento da mão-de-obra, obteve-se:

(a) O Índice Físico de Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Direta ($IFPP_{MOD}$), que mede a produtividade relativa da mão-de-obra

diretamente utilizada nas atividades do laboratório, apresentou um crescimento médio de aproximadamente 7%, do Período 1 para o Período 2, conforme pode ser visto na Tabela 2. O Teste-t identificou que as médias de cada período são diferentes, tendo aumentado de 96,1% no Período 1, para 102,9% no Período 2.

Como indicado na Tabela 2, nas colunas de Regressão, apesar do coeficiente de X (coeficiente angular da reta de tendência), no Período 1, ser positivo, o intervalo de confiança de 90 %, correspondente, inclui o zero. Isto significa que o coeficiente angular pode ser nulo e a reta de tendência ser uma constante, ou seja, que não se pode afirmar que há tendência nos resultados do IFPP_{MOD} no Período 1. O mesmo ocorre no Período 2: o coeficiente de X é positivo, mas o intervalo de confiança correspondente inclui o zero. Igualmente nesse caso, não se pode afirmar que há tendência nos resultados do IFPP_{MOD} no Período 2.

Como não há tendências nos dois períodos, é possível realizar o Teste-F e o Teste-t. Como apresentado na Tabela 2, o Valor P é maior que 0,10 (nível de confiança de 90%), ou seja, não se pode afirmar que as variâncias sejam diferentes.

Quanto ao Teste-t, verifica-se pela Tabela 2, que o Valor P é menor que 0,10. Logo, a hipótese de diferença nula entre as médias do Período 1 e do Período 2 é falsa. Ou seja, pode-se afirmar (com um nível de confiança de 90%) que as médias são diferentes. Como a média do Período 2 é 102,9% e a média do Período 1 é 96,1%, pode-se afirmar que a média do IFPP_{MOD} no Período 2 é maior que no Período 1. Logo, estatisticamente, para o IFPP_{MOD} pode-se observar que:

- os Períodos 1 e 2 não apresentam tendências;
- as dispersões dos resultados do Período 1 e do Período 2 são equivalentes;
- a média no Período 2 é maior que no Período 1. Verifica-se que houve um aumento médio de 7% na produtividade da mão-de-obra direta, o que é um resultado significativo, obtido após o início da implantação das propostas de melhoria de produtividade para o laboratório.

Tabela 2: Índice Físico de Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Direta (IFPP_{MOD})

	Mês	IFPP _{MOD} (%)	Variância	- X (%)	Regressão			Teste-F		Teste-t		
					Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%	Interpretação	Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação
PERÍODO 1	fev/03	100,0%	0,00475	96,1%	0,0033	-0,0061	0,0127	Sem tendência	0,4657 > 0,10	Não se pode afirmar que as variâncias são diferentes	0,0150 < 0,10	Pode-se afirmar que as médias são diferentes
	mar/03	97,7%										
	abr/03	86,0%										
	mai/03	99,0%										
	jun/03	89,9%										
	jul/03	96,5%										
	ago/03	96,5%										
	set/03	87,5%										
	out/03	98,6%										
	nov/03	91,7%										
	dez/03	110,2%										
	jan/04	104,6%										
PERÍODO 2	fev/04	90,5%	0,00436	102,9%	0,0097	-0,0061	0,0255	Sem tendência	0,4657 > 0,10	Não se pode afirmar que as variâncias são diferentes	0,0150 < 0,10	Pode-se afirmar que as médias são diferentes
	mar/04	92,0%										
	abr/04	93,5%										
	mai/04	107,5%										
	jun/04	111,3%										
	jul/04	108,0%										
	ago/04	105,7%										
	set/04	100,3%										
out/04	105,9%											
nov/04	102,2%											

(b) A partir dos resultados constantes da Tabela 3, observa-se que a média dos resultados do Índice Físico da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Total (IFPP_{MOT}) no Período 1 foi de 100,7%, enquanto que no Período 2, foi de 104,8%, ou seja, houve um aumento desse indicador. O Coeficiente de Variação (CV) nesses dois períodos apresentou valores bastante próximos: 7,5 e 8,6%, o que mostra que a dispersão dos resultados não mudou muito.

Considerando os valores percentuais obtidos mês a mês para o IFPP_{MOT}, salvo alguns resultados atípicos anteriores, especialmente os de agosto e dezembro de 2003 e janeiro de 2004, a meta de superar os 100%, que foi estabelecida para o IFPP_{MOT}, na fase de planejamento, somente foi atingida a partir do mês de maio de 2004, como pode ser visto na Tabela 3. Isso foi consequência de um adequado planejamento metodológico do programa e da participação dos funcionários do laboratório na solução dos problemas práticos ocorridos e que resultaram nas melhorias de produtividade implantadas.

Tabela 3: Índice Físico de Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Total (IFPP_{MOT})

	Mês	IFPP _{MOT} (%)	Variação	- X (%)	Regressão			Teste-F		Teste-t		
					Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%	Interpretação	Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação
PERÍODO 1	fev/03	100,0%	0,00578	100,7%	0,0061	-0,0039	0,0161	Sem tendência	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	mar/03	107,4%										
	abr/03	88,6%										
	mai/03	98,2%										
	jun/03	97,3%										
	jul/03	99,4%										
	ago/03	101,1%										
	set/03	95,8%										
	out/03	98,5%										
	nov/03	97,2%										
dez/03	118,2%											
jan/04	111,3%											
fev/04	96,2%											
PERÍODO 2	mar/04	90,9%	0,00810	104,8%	0,0310	0,0231	0,0390	Pode-se afirmar que há uma tendência crescente	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	abr/04	93,3%										
	mai/04	100,1%										
	jun/04	100,8%										
	jul/04	111,2%										
	ago/04	109,3%										
	set/04	106,6%										
	out/04	114,5%										
	nov/04	116,2%										

(c) Conforme pode ser observado pela Tabela 4, a média dos resultados do Índice Monetário da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Modificado (IMPP_{MO} Mod) no Período 1 foi de 88,8%, enquanto que no Período 2, decresceu para 71,9%, ou seja, houve uma queda no patamar desse indicador. Em síntese, isso está diretamente relacionado com os seguintes fatores: o reajuste salarial concedido aos colaboradores do laboratório no período, os avanços de nível e promoções, ocorridos no ano de 2003, que elevou o custo da mão-de-obra em reais, uma vez que a taxa do dólar permaneceu praticamente constante entre o Período 1 e o Período 2, vindo a cair ao longo do Período 2.

Tabela 4: Índice Monetário de Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Modificado (IMPP_{MO} Mod)

	Mês	IMPP _{MO} Mod (%)	Variação	- X (%)	Regressão			Teste-F		Teste-t		
					Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%	Interpretação	Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação
PERÍODO 1	fev/03	100,0%	0,01588	88,8%	-0,0287	-0,0369	-0,0206	Pode-se afirmar que há uma tendência decrescente	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	mar/03	104,7%										
	abr/03	94,1%										
	mai/03	102,6%										
	jun/03	89,0%										
	jul/03	97,9%										
	ago/03	90,0%										
	set/03	91,6%										
	out/03	93,2%										
	nov/03	80,3%										
dez/03	77,7%											
jan/04	72,4%											
fev/04	61,4%											
PERÍODO 2	mar/04	68,5%	0,00314	71,9%	-0,0033	-0,0177	0,0112	Não foi identificada tendência	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	abr/04	65,8%										
	mai/04	75,4%										
	jun/04	82,8%										
	jul/04	76,9%										
	ago/04	72,7%										
	set/04	70,5%										
	out/04	66,8%										
	nov/04	67,8%										

Paralelamente aos resultados já apresentados, alguns benefícios diretos e indiretos, puderam ser observados na prática, que foram:

- o deslocamento de mais dois técnicos para a atividade de validação e monitoramento de analisadores de processo;
- o crescimento do índice de treinamento dos técnicos, de 3 % para 6 %;
- o aumento da quantidade de ensaios realizados por mês, em torno de 5 %.

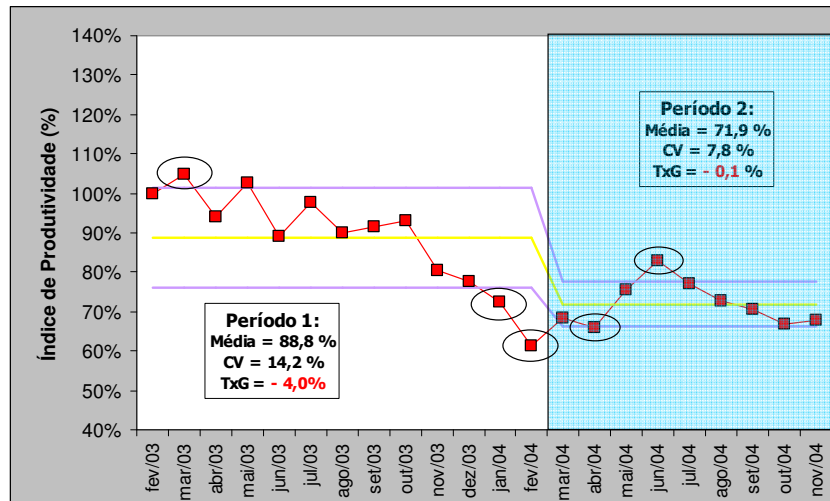
Portanto, de um modo geral, verificou-se uma melhor adequação do aproveitamento da mão-de-obra após o início do programa de melhorias com foco na produtividade. Foi possível redirecionar parte do efetivo, para a validação e monitoramento dos analisadores de processo e também promover um melhor atendimento aos clientes do laboratório, que passaram a obter, mais rapidamente, uma quantidade maior de informações de resultados de ensaios, por meio dos analisadores de processo.

Indicadores de Produtividade Associados aos Custos

Conforme já descrito na seção referente à metodologia aplicada, três foram as medidas monetárias de produtividade utilizadas neste estudo para verificar os ganhos do Programa de Produtividade no que se refere aos custos do laboratório: a Medida Monetária da Produtividade Parcial da Mão-de-Obra (direta e indireta), a Medida Monetária da Produtividade Parcial dos Materiais e a Medida Monetária da Produtividade Parcial dos Serviços.

A análise dos resultados revelou que houve uma queda significativa comparando-se a média de cada período com relação ao índice monetário da produtividade parcial da mão-de-obra total (direta e indireta). Isso ocorreu em função do aumento de salários e da queda da taxa do dólar, ao longo deste estudo, que tiveram um efeito acentuado sobre esse indicador. Entretanto, pela análise dos resultados organizados na Figura 3, obteve-se uma maior estabilidade (CV passou de 14,2% para 7,8%) e uma variação mais favorável com relação ao aumento da produtividade (TxG de -4,0% para -0,1%), após o início da implantação das propostas de melhoria da produtividade, o que indica uma reação à tendência decrescente deste indicador, no Período 1.

Figura 3: Índice Monetário de Produtividade Parcial da Mão-de-Obra Modificado (IMPP_{MO} Mod)



A análise estatística, por sua vez, identificou, após o início da implantação das propostas de melhoria da produtividade, os seguintes resultados:

Pela Tabela 5, observa-se que a média dos resultados do IMPP_{MT} no período 1 foi de 87,3%, enquanto que no período 2 foi de 79,2%, ou seja, houve uma redução da média desse indicador. Isso se deve, principalmente, ao resultado mais baixo em outubro de 2004, como comentado anteriormente.

Tabela 5: Índice Monetário de Produtividade Parcial de Materiais (IMPP_{MT})

	Mês	IMPP _{MT} (%)	Variância	x (%)	Regressão			Teste-F		Teste-t		
					Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%	Interpretação	Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação
PERÍODO 1	fev/03	100,0%	0,02864	87,3%	0,0161	-0,0058	0,0379	Sem tendência	0,2002 > 0,10	Não se pode afirmar que as variâncias são diferentes.	0,1713 > 0,10	Não se pode afirmar que as médias são diferentes.
	mar/03	81,0%										
	abr/03	73,6%										
	mai/03	80,4%										
	jun/03	63,6%										
	jul/03	67,0%										
	ago/03	72,9%										
	set/03	106,9%										
	out/03	97,4%										
	nov/03	97,6%										
dez/03	122,0%											
jan/04	89,5%											
fev/04	82,9%											
PERÍODO 2	mar/04	58,6%	0,04825	79,2%	-0,0200	-0,0756	0,0356	Sem tendência	0,2002 > 0,10	Não se pode afirmar que as variâncias são diferentes.	0,1713 > 0,10	Não se pode afirmar que as médias são diferentes.
	abr/04	77,9%										
	mai/04	116,8%										
	jun/04	90,8%										
	jul/04	78,0%										
	ago/04	96,8%										
	set/04	80,9%										
	out/04	40,0%										
nov/04	73,5%											

Conforme dados da Tabela 6, a média dos resultados do Índice Monetário da Produtividade Parcial de Serviços (IMPP_{SV}) no período 1 foi de 64,6%, enquanto que no período 2 foi de 44,4%, ou seja, houve uma queda no patamar desse indicador. Isso está relacionado com os custos de serviços que, por se tratarem principalmente de mão-de-obra, tiveram um aumento em dólar, entre 2003 e 2004. Entretanto, conforme pode ser observado na Tabela 6, referente à medida monetária da produtividade relativa aos serviços apresentou um decréscimo.

Tabela 6: Índice Monetário de Produtividade Parcial de Serviços (IMPP_{SV})

	Mês	IMPP _{SV} (%)	Variância	x (%)	Regressão			Teste-F		Teste-t		
					Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%	Interpretação	Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação
PERÍODO 1	fev/03	100,0%	0,18651	64,6%	-0,0150	-0,0745	0,0445	Sem tendência	0,0450 < 0,10	Pode-se afirmar que as variâncias são diferentes.	0,0875 < 0,10	Pode-se afirmar que as médias são diferentes.
	mar/03	36,1%										
	abr/03	65,9%										
	mai/03	72,9%										
	jun/03	45,4%										
	jul/03	164,0%										
	ago/03	49,5%										
	set/03	21,1%										
	out/03	42,8%										
	nov/03	25,8%										
	dez/03	50,8%										
	jan/04	132,8%										
	fev/04	32,2%										
PERÍODO 2	mar/04	85,3%	0,05462	44,4%	-0,0422	-0,0953	0,0109	Sem tendência	0,0450 < 0,10	Pode-se afirmar que as variâncias são diferentes.	0,0875 < 0,10	Pode-se afirmar que as médias são diferentes.
	abr/04	34,3%										
	mai/04	61,8%										
	jun/04	24,5%										
	jul/04	64,2%										
	ago/04	23,1%										
	set/04	25,8%										
	out/04	58,7%										
nov/04	22,0%											

Logo, verificou-se que, quanto aos indicadores de produtividade associados aos custos, obtiveram-se tanto resultados positivos, relativos à mão-de-obra, como resultados negativos, relativos aos serviços. Mas como o custo mais significativo é o da mão-de-obra (67,6 % contra 7 % de serviços), a produtividade monetária da mão-de-obra deixa de apresentar a tendência decrescente o que foi um efeito benéfico e mais relevante. Isso mostra que se obteve um maior controle sobre esse indicador, que refletiu também no aumento do número mensal de ensaios realizados no laboratório.

Melhoria no Atendimento aos Clientes

Uma das formas de melhorar o atendimento aos clientes do laboratório foi aumentar a quantidade de ensaios que este poderia realizar mensalmente, visto que a qualidade dos serviços nunca representou motivo de insatisfação dos clientes. Isso foi avaliado ao longo do trabalho. Dessa forma, introduziu-se um indicador específico para medir o tempo padrão aplicado aos ensaios solicitados.

Por meio da análise estatística desenvolvida, observou-se que o indicador de tempo aplicado aos ensaios apresentou uma melhoria significativa, alcançando um valor médio 3,9 % mais elevado que os obtidos no período anterior a implantação das propostas de melhoria da produtividade para o laboratório. Esse resultado, ilustrado na Tabela 7, levando-se em conta que as médias obtidas são estatisticamente diferentes, representou um aumento de 100% para 103,9%, considerando a utilização de números índices.

Dessa forma, ficou evidente que desde o início do programa de melhoria de produtividade, o laboratório obteve ganhos, melhorando o atendimento aos seus clientes, com relação à quantidade de ensaios efetivamente realizados.

Tabela 7: Índice Físico do Tempo Padrão Aplicado aos Ensaios (IFT_{PA})

Mês	IFT _{PA} (%)	Variância	\bar{x} (%)	Regressão			Interpretação	Teste-F		Teste-t		
				Coefficiente de X	Inferior 90,0%	Superior 90,0%		Valor P	Interpretação	Valor P	Interpretação	
PERÍODO 1	fev/03	100,0	0,00283	100,0	-0,0039	-0,0110	0,0032	Sem tendência	0,1516 > 0,10	Não se pode afirmar que as variâncias são diferentes.	0,0374 < 0,10	Pode-se afirmar que as médias são diferentes.
	mar/03	99,6										
	abr/03	95,6										
	mai/03	105,7										
	jun/03	100,3										
	jul/03	104,0										
	ago/03	105,1										
	set/03	101,9										
	out/03	106,9										
	nov/03	90,8										
	dez/03	99,3										
	jan/04	101,7										
fev/04	89,6											
PERÍODO 2	mar/04	104,4	0,00136	103,9	-0,0038	-0,0131	0,0054	Sem tendência				
	abr/04	99,1										
	mai/04	110,1										
	jun/04	109,6										
	jul/04	102,0										
	ago/04	103,9										
	set/04	102,3										
	out/04	102,2										
	nov/04	101,7										

Conclusões e Recomendações

Em consonância com os objetivos estabelecidos para o estudo, os resultados obtidos e sua análise permitiram uma visão abrangente sobre o nível de sucesso do Programa de Melhoria da Produtividade implantado no laboratório. A racionalização e o melhor aproveitamento da mão-de-obra disponível, bem como a minimização de custos e a melhoria da qualidade no atendimento aos clientes do laboratório, foram alcançados parcialmente. Entretanto, novas oportunidades de melhoria puderam ser identificadas a partir dos resultados obtidos. Essas oportunidades apontam para a continuidade ou desdobramento do presente estudo, em benefício do laboratório e da própria refinaria de petróleo a qual ele está integrado.

No que se refere à adequação dos indicadores utilizados para as medidas de produção e produtividade, definidas em função dos objetivos do trabalho, observou-se que tais indicadores puderam refletir de maneira inequívoca o desempenho do laboratório, sob a ótica da qualidade dos serviços prestados e da produtividade. Os indicadores aplicados retrataram claramente os ganhos e as perdas do laboratório ao longo do período estabelecido para o estudo, apresentado um nível de sensibilidade compatível com as necessidades analíticas, em consonância com as ocorrências e ações relacionadas.

A partir dessas condições, pôde-se verificar a inter-relação do comportamento dos indicadores com as situações práticas que ocorreram simultaneamente. Essa inter-relação sistemática, caso a

caso, foi analisada detalhadamente ao longo deste estudo e revelou a sensibilidade e a coerência dos índices utilizados.

Já em relação à adequação do próprio programa de produtividade implementado, ficou evidenciado ao longo do estudo, principalmente na seção de Resultados e Discussão, os benefícios alcançados pelo laboratório com a implementação das propostas de melhoria da produtividade elaboradas como parte do programa.

Na prática, verificou-se a redução de dois técnicos das atividades de ensaios, que puderam ser alocados para as atividades de validação e monitoramento de analisadores de processo, com a ampliação do índice de treinamento dos técnicos e o aumento do número mensal dos ensaios realizados.

A implantação do programa de produtividade trouxe como resultados desejados um melhor aproveitamento da mão-de-obra e um melhor atendimento aos clientes do laboratório.

Quanto aos custos de mão-de-obra de operação do laboratório, os resultados apresentaram-se aquém do esperado, sendo, pelo menos, obtida a interrupção da tendência de aumento dos custos de mão-de-obra.

Pelos resultados obtidos e resumidamente aqui descritos, acredita-se que a continuidade deste programa poderá se constituir em estratégia benéfica para a gestão do laboratório, mantendo os ganhos já obtidos e potencializando novos benefícios, assim como explorando e atingindo outros objetivos e oportunidades como consequência do aumento da produtividade.

Sugestões Para Trabalhos Futuros

A partir de uma visão crítica dos autores em relação ao trabalho elaborado e visando ao desenvolvimento de pesquisas futuras ou mesmo como prática a ser adotada em benefício do referido laboratório, este estudo aponta para novas oportunidades de melhoria apresentando às seguintes recomendações:

(i) elaborar e implantar propostas de melhoria de produtividade de serviços, visando diretamente minimizar os custos de serviços;

(ii) tornar mais simples e sistematizado o acompanhamento dos indicadores de produtividade, para viabilizar a utilização continuada da sua medição;

(iii) introduzir indicadores por ensaio, ou grupo de ensaios realizados no laboratório, para concentrar as ações nas atividades mais críticas;

(iv) introduzir indicadores de produtividade para as atividades de monitoramento e validação de analisadores de processo, considerando também os futuros investimentos previstos para a modernização da refinaria;

(v) dar seqüência ao ciclo de melhoria contínua, iniciado neste programa de produtividade, aplicando-se as demais propostas de melhoria da produtividade, que foram levantadas neste estudo.

Referências bibliográficas

CAMPOS, V. F.; **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. 10^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CONTADOR, J. C.; et al. **Gestão de Operações: a Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**. 2^a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 2^a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARANHÃO, M. **ISO Série 9000: manual de implementação**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração de Produção**. 2^a ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade no Brasil: a chave do desenvolvimento acelerado**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

MILLER, J. C.; MILLER, J. N. **Statistics for Analytical Chemistry**. 3^a ed. Chichester: Ellis Horwood, 1993.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2^a ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKY, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SUMANTH, D. **Productivity Engineering and Management**. New York: McGraw-Hill, 1984.