

APLICAÇÃO DO MÉTODO CAIXEIRO VIAJANTE, ATRAVÉS DO CICLO PDSA, NA LOGÍSTICA DE ROTEIRIZAÇÃO DA EMPRESA FOZ DO BRASIL - UNIDADE LIMEIRA

André de Lima (ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA)
andredelima.andre@gmail.com

Ednilson Camilo (FACULDADES INTEGRADAS EINSTEIN DE LIMEIRA)
ed12008@hotmail.com

Luiz Diego Morais de Souza Santos (ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA)
luizdiegosantos@outlook.com.br

Resumo

Em 2013, o serviço de saneamento na cidade de Limeira era realizado pela empresa Foz do Brasil – Limeira, mediante concessão obtida a partir de junho de 1995. O processo comercial era desenvolvido por meio da leitura e faturamento do consumo mensal de todos os estabelecimentos que possuíam conexão com a rede pública de saneamento, através da coleta de dados do consumo de cada hidrômetro. Desta maneira, equipes de agentes comerciais realizavam, por grupos de leitura, as coletas mensais de acordo com um cronograma pré-estabelecido. Devido ao crescimento populacional da cidade e, conseqüentemente, aumento do número de ligações de água, o processo de leitura mensal acabou sendo prejudicado, visto que, mantendo o mesmo número de funcionários, levava-se mais tempo para completá-lo. A principal finalidade deste artigo foi propor um melhor desempenho no trabalho diário, sem um esforço em demasia do colaborador, utilizando-se de métodos estatísticos, ilustrativos de mapas geo-referenciados, ferramentas de Gestão da Qualidade e métodos de roteirização, como o do Caixeiro Viajante, com foco inicial nas áreas que demandavam um maior tempo de percurso e que, portanto, elevavam o tempo do trabalho diário. Após aplicação dos métodos constatou-se uma redução considerável do tempo percorrido nas leituras.

Palavras-Chaves: Processo Comercial; Concessão; Hidrômetros; Consumo Mensal; Agentes Comerciais; Otimização; *Software Arcgis*; Métodos Estatísticos; Roteirização; Modelo de Melhoria; Ciclo PDSA.

1. Introdução

O setor de saneamento básico no Brasil tem uma grande importância socioambiental e alta relevância econômica, exercendo grande influência tanto na geração de novos postos de serviços como na possibilidade de retorno financeiro. Desta maneira, busca-se agregar maior valor na sua eficiência operacional, tendo um enfoque ainda maior na sua qualidade quando das parcerias públicas-privadas.

Segundo dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2011, no Brasil, o cenário de atendimento em água potável, considerando as áreas urbanas e rurais, atingiam 82,4% da população para a distribuição de água e 48,1% em coleta de esgotos, sendo que para o esgoto gerado, apenas 37,5% recebiam algum tipo de tratamento.

Operacionalmente, conforme o SNIS, no período entre os anos 2010 e 2011 houve um crescimento na quantidade de ligações na proporção de 1,4 milhão para ramais de água e 1,3 milhão para ramais de esgotos em todo país. Crescimentos estes consideráveis, uma vez que se trata da ampliação de sistemas de alta complexidade para implantação e operação e, para que o setor de saneamento básico possa avançar em termos produtivos e de investimentos, o país precisa superar alguns empecilhos como, por exemplo, a carência de profissionais qualificados neste mercado específico, bem como na escolha de seus operadores.

De acordo com dados fornecidos pela empresa Foz do Brasil, por ano, há um crescimento de aproximadamente 1.800 ligações de água e esgoto na cidade de Limeira e, conseqüentemente, o tempo para realização das leituras por colaborador aumenta de maneira proporcional. Em virtude desse grande aumento da demanda pelos seus serviços, a prioridade da melhoria contínua nos processos da empresa é desenvolver práticas inovadoras que cada vez mais aprimorem e auxiliem no fluxo das operações, possibilitando assim, absorver todo este crescimento.

As leituras dos hidrômetros da cidade de Limeira são divididas em 20 grupos, com aproximadamente 15 rotas de leitura cada. Por grupo há aproximadamente 20 quadras por rota de leitura, obedecendo sempre um sistema de início e fim das sequências por residência, de acordo com região e bairro, as quais são distribuídas por etapas e divididas entre os agentes comerciais.

Para a obtenção de pontos críticos e para possibilitar a sua visualização nos mapas dos setores de leitura no município de Limeira, a empresa utiliza o *software* ArcGis (geo-referenciamento sistema de informação geográfica em mapas), que usa de aplicações e critérios específicos para apontar trajetos para leitura de dados nos hidrômetros instalados.

Além de softwares específicos, serão utilizados também métodos estatísticos, aplicação do Modelo de Melhoria e processos de roteirização para aprimorar o tempo de realização das leituras, otimizando-o e reduzindo impactos negativos sobre esforços e riscos na exposição em área urbana. Neste conceito, levou-se em consideração evitar a passagem duas vezes no mesmo quadrante e também, como estratégia, o início e fim do roteiro ficarem próximos de pontos de acesso para terminais urbanos de ônibus.

Neste conteúdo será demonstrado o resultado da aplicação de todos os métodos apresentados e os avanços obtidos após a implantação destes em uma área crítica específica, uma vez que para a implementação de uma melhoria, há a necessidade de testes em escalas menores, visando minimizar os impactos negativos caso o resultado não seja o desejado.

Como ponto principal tem-se a redução do tempo da leitura dos hidrômetros, possibilitando que os agentes comerciais retornem à empresa mais rapidamente para serem treinados em aprendizagem interna, possibilitando o crescimento profissional, além de contribuir com a empresa em trabalhos de apoio administrativo.

2. Objetivo geral

Com base na aplicação dos métodos apresentados, o objetivo é o aperfeiçoamento do trabalho realizado na cidade de Limeira mediante melhora do desempenho nas tarefas diárias por agentes comerciais com a redução do tempo de permanência em campo, a fim de diminuir os riscos de acidente por exposição à área urbana, cansaço físico, riscos de queimaduras e câncer de pele por exposição ao Sol, bem como otimizar o aproveitamento dos recursos humanos e de tempo disponíveis.

2.1. Objetivo específico

O objetivo específico desta análise será coletar informações do tempo utilizado, com base em dados obtidos no sistema comercial da empresa estudada, e aplicar métodos estatísticos e do caixeiro viajante, em conjunto com ferramentas do Modelo de Melhoria, buscando eliminar o trajeto excedente para possibilitar que os agentes retornem à empresa mais rapidamente após o trabalho em campo.

Analisando e estudando o tempo de leitura e o método aplicado, é possível observar e definir o melhor roteiro de início e fim das leituras realizadas, obtendo assim um maior ganho do tempo.

2.2. Justificativa

Através da aplicação dos métodos expostos, serão solucionados problemas de otimização do tempo das leituras mensais, com possibilidades de continuidade e adaptações em outras concessões. Desta maneira, será possível atender a demanda mensal de leitura, que aumenta a cada ano, utilizando da mão de obra disponível, abstendo-se da necessidade de novas contratações no curto prazo e/ou qualquer outro tipo de investimento.

3. Referenciais teóricos

Otimizar ou aperfeiçoar algo tem como objetivo a simplificação de um sistema, de maneira mais rápida e eficiente, reduzindo o tempo de execução de tarefas e extraindo o melhor rendimento possível. Desta maneira, para que se possa otimizar, aperfeiçoar ou até mesmo melhorar alguma coisa ou algum processo, é preciso implementar uma mudança. Mas para isso, deve-se ter cautela pois, segundo Langley et al. (2011), toda melhoria requer mudança, mas nem toda mudança resultará em melhoria.

Partindo do princípio de que uma melhoria requer uma mudança, é necessário definir qual o objetivo de uma melhoria. Novamente Langley et al. (2011) ressaltam que o objetivo é fazer mudanças que resultem em melhoria do ponto de vista do cliente, e como cliente é possível considerar em contextos não comerciais, os beneficiários, os objetivos organizacionais, família ou indivíduo.

Pode-se afirmar que é um dever das organizações atuais melhorar as suas operações, muitas vezes não apenas para entregar um produto ou serviço de qualidade ou apenas visando o lucro, mas sim porque a cada dia a concorrência melhora suas operações, reduzindo custos e aumentando a qualidade de seus produtos e serviços, ou seja, conforme afirmado por Langley et al. (2011), há apenas uma escolha: ou você muda mais depressa e mais eficazmente do que seus concorrentes, ou você está fora.

Com o objetivo de melhoria, a logística também tem um papel importante e atuante na eficiência das operações, sendo que em tempos de guerra era utilizada como tática para tropas e controle de suprimentos, garantindo uma melhor disposição dos soldados em campo e o armazenamento dos materiais.

De acordo com Marques (2002), a logística possui três grupos principais de funcionalidades: monitoramento e controle, apoio à negociação e planejamento e execução. Quanto à funcionalidade de planejamento e de controle, o autor destaca a hipótese de soluções funcionais e a determinação de rotas e modais a serem utilizados, sequenciando as paradas e estimando o tempo de cada uma delas, sendo possível a elaboração de documentos essenciais para o controle dos roteiros e a verificação da disponibilidade destes. Neste contexto, o bom controle da roteirização engloba a definição de rotas e a programação das sequências, considerando as suas restrições operacionais.

Quanto à estatística, historicamente falando, o seu desenvolvimento pode ser entendido a partir de fenômenos distintos, como por exemplo, a necessidade dos governos obterem dados censitários e o desenvolvimento da teoria do cálculo das probabilidades (MARTINS, 2001). A palavra estatística vem do latim *status*, visto que seus primeiros usos foram como aritmética estatal, nome este o qual derivou o termo estatística (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004). Os governantes, tanto da antiguidade como os atuais, sempre precisaram conhecer suas fortunas e o potencial de seus estados, para fins de cobrança de impostos e na obtenção dados demográficos com foco no recrutamento de soldados.

A primeira menção a estatística data do ano de 1589, aparecendo em um estudo do historiador italiano Girolamo Ghilini quando se referiu a uma “ciência civil, política, estatística e militar” (BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 1981).

Acredita-se que no século XIV, uma companhia de navegação tenha solicitado os serviços de um matemático para elaborar estudos sobre os riscos nos negócios de transporte marítimo de mercadorias. Utilizando-se de uma lei empírica de probabilidade, foi possível o desenvolvimento dos negócios, a ponto de torná-lo uma das mais destacadas atividades do mundo moderno (NUNES, 1998).

Em meados do século XVII, as experiências com jogos de azar de Chevalier de Méré motivaram o desenvolvimento da teoria de probabilidades por Pascal e Fermat. A partir disto, a estatística ocupou-se basicamente do cálculo de probabilidades e, após a publicação do grande tratado sobre probabilidade na estatística elaborado pelo suíço Jacques Bernoulli, na sua aplicação como ciência (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004).

Outros fundamentos da estatística tiveram origem no início do século XIX, 1812, com os trabalhos pessoais de Laplace e Gauss, igualmente astrônomos e matemáticos, onde desenvolveram os princípios da lei da distribuição normal. Cabe ainda ressaltar que, de acordo com Nunes (1998) e Silveira Júnior et al. (1989), a equação para a curva normal de erros foi publicada pela primeira vez por Moivre, com objetivos meramente matemáticos, nunca imaginando que seus resultados obteriam aplicações práticas na análise de dados.

Já no século XX, o inglês R. A. Fisher foi um dos maiores contribuintes para o desenvolvimento da estatística moderna, introduzindo diversas técnicas relacionadas à análise da variabilidade.

4. Metodologia

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisas relacionadas com o tema, artigos, livros, sites especializados em aplicações estatísticas, roteirização e também, como fonte principal, as informações obtidas do processo comercial e das rotinas de trabalho da empresa Foz do Brasil, que através da qualidade e desempenho conquistou a aprovação pública na prestação de serviços municipais.

Efetuuou-se o acompanhamento do desempenho dos agentes comerciais em campo, verificando o tempo de execução, coletando dados e anotando as dificuldades apresentadas na aplicação da melhoria do processo do setor comercial.

Também foram anotados e analisados os dados gerados pelo software comercial interno, utilizado no retorno das informações coletadas nas leituras diárias e com apoio impresso e digital do *software* Arcgis, possibilitando a implantação do método do caixeiro viajante como modelo de aplicação e dinâmica dos dados. Assim criando uma dinâmica mais visual e objetiva na melhoria e aplicações futuras.

Através da Estatística, utilizando-se da aplicação de métodos como a média na coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados para futura tomada de decisões.

Todos em conjunto com a ferramenta de qualidade do Modelo de Melhoria, o qual é baseado nas três questões fundamentais - O que estamos tentando realizar? Como saberemos se a mudança é uma melhoria? Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhoria? - combinadas com o ciclo planeje (Plan), faça (Do), analise (Analyse) e aja (Act) – PDSA.

4.1. Método do caixeiro viajante

De acordo com Cunha, Bonasser e Abrahão (2002), o método do Caixeiro viajante pode ser definido como o problema de encontrar o roteiro de menor distância ou custo que passa por um conjunto de cidades, sendo cada cidade visitada exatamente uma vez.

Adaptando tal método à problemática deste artigo, teve-se como base a necessidade de efetuar entregas em diferentes pontos dentro de um roteiro pré-estabelecido e o objetivo de percorrer o menor trajeto possível. Dessa maneira, será possível reduzir o tempo total de viagem e os custos com transporte e combustível, uma vez que o método do caixeiro viajante permite encontrar a menor rota para percorrer uma série de pontos, visitando-os apenas uma única vez, e em seguida retornando ao ponto de origem.

4.2. Estatística: média

Como uso didático e de apresentação, tende-se dividir a estatística em três grandes áreas: amostragem e planejamento, que consiste nos mecanismos de coleta dos dados; estatística descritiva, responsável pela organização, apresentação e simplificação dos dados; e estatística

inferencial, que consiste no conjunto de métodos para a tomada de decisões, em situações onde existem incerteza e variação (FARIAS; SOARES; CÉSAR, 2003).

Com base na estatística tem-se a média, que é a medida de tendência central de um conjunto de dados. É conhecida também como medida de posição, pois é utilizada para "resumir", com apenas uma informação, a característica de um conjunto de informações.

Na estatística a média é o valor que demonstra onde podem ser focados os dados de uma distribuição. Desta maneira, para se calcular a média de um conjunto, é necessário realizar a somatória de todos os seus componentes e dividir pela quantidade de componentes existentes nesse mesmo conjunto.

4.3. Modelo de melhoria

Modelo de melhoria é um sistema baseado em três questões fundamentais - O que estamos tentando realizar? Como saberemos se a mudança é uma melhoria? Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhoria? - e a partir delas pode-se definir o início e fim de um projeto de melhoria. Toda ação dentro deste projeto deve ser direcionada para resolver cada uma das questões, que podem ser respondidas de diversas maneiras, a depender da complexidade e da liderança do projeto.

Em conjunto com as três questões fundamentais, utiliza-se o Ciclo PDSA (*Plan – Do – Study – Act*) onde a execução da melhoria começa com o plano (*plan*) de melhoria e termina com a ação (*act*) correspondente ao aprendizado durante a aplicação do ciclo.

5. Estudo de caso: concessão de serviços públicos

A concessão de um serviço público que está sob responsabilidade do governo, tem como objetivo transferir a gestão e o controle deste para empresas da iniciativa privada que apresentarem condições de execução do contrato e atendimento ao interesse público.

Sempre existe uma polêmica nas perspectivas de mudança do modelo da organização dos municípios, pois em sua maioria, o serviço de saneamento é centralizado e a opção pela

concessão geralmente vem após agravantes financeiros e necessidade de remodelação dos serviços prestados à população.

Como alternativa, a concessão pode garantir a eficácia da prestação de serviços de forma aprimorada e em conformidade com as premissas acordadas em contrato. Assim, possibilitando investimentos para expansão e melhoria dos serviços, as quais não seriam possíveis caso o serviço continuasse sob responsabilidade do governo.

5.1. Concessões na área de saneamento urbano na cidade de Limeira

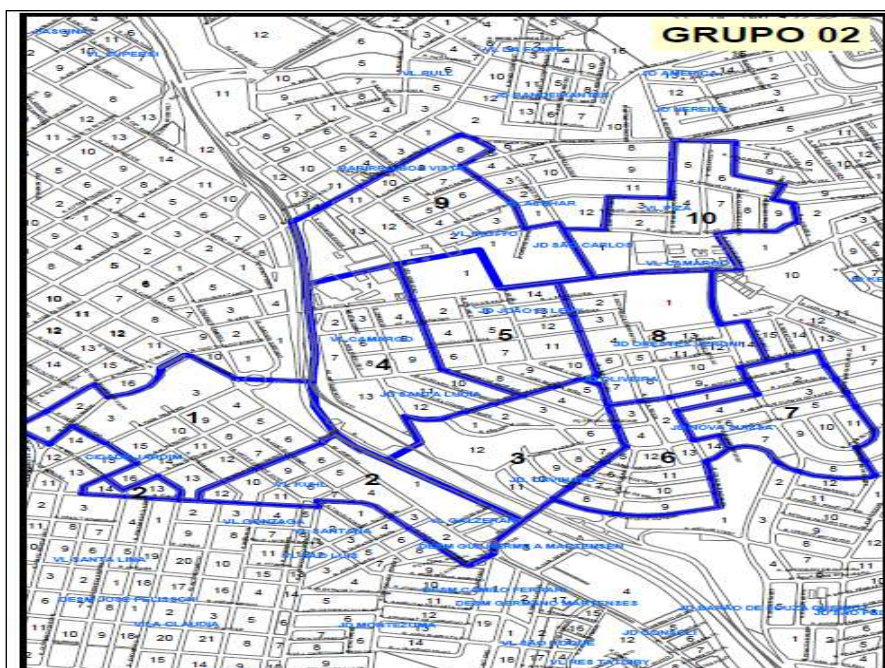
No caso em questão, o foco da concessão é contribuir com controle das leituras mensais de consumo nas categorias industriais e residenciais, modernizando o serviço operacional e comercial, reduzindo erros, controlando as trocas dos medidores de vazão de água (hidrômetros), respeitando o seu tempo de uso e entregando ao final do contrato da concessão o sistema com capacidade ampliada e operacionalmente mais eficiente.

6. Análise de dados

No caso analisado, procurou-se aplicar o conceito de melhoria visando a redução do tempo total, utilizando todos os métodos expostos.

Para efetuar uma melhoria, em qualquer área, é prudente aplicar um tipo de mudança em uma escala menor do que a real, para que assim, caso o resultado não seja o esperado, os danos não comprometam a operacionalização do processo e não acarretem graves perdas financeiras à empresa. Desta maneira, foi utilizado somente um grupo específico, o de número 02 de leitura, onde há 10 rotas e cada rota em média 12 quadras.

Figura 1 - Mapa de apoio na roteirização da Foz Brasil



Fonte: Empresa Foz do Brasil, 2013

Quando da execução, inicialmente, faz-se necessário responder as três questões fundamentais que norteiam o Modelo de Melhoria:

a) O que estamos tentando realizar?

Reduzir o tempo de leituras de dados dos hidrômetros residenciais e industriais efetuadas pelos agentes comerciais em campo, visando o aproveitamento do tempo que sobrar para atividades internas, descartando assim a necessidade de possíveis horas extras e reduzir os riscos de acidentes pela exposição urbana.

b) Como saberemos se a mudança é uma melhoria?

A Tabela 1 demonstra o levantamento realizado dos meses de janeiro e fevereiro do ano de 2013, antes da aplicação do método caixeiro viajante, onde definiu-se os agentes na ordem de 1 a 10, relacionados com grupo de leitura 02, rotas de leituras crescentes de 1 a 10, com determinada quantidade de leituras para cada rota e o tempo médio para realizá-las.

Tabela 1 - Resumo de Leitura (antes da aplicação)

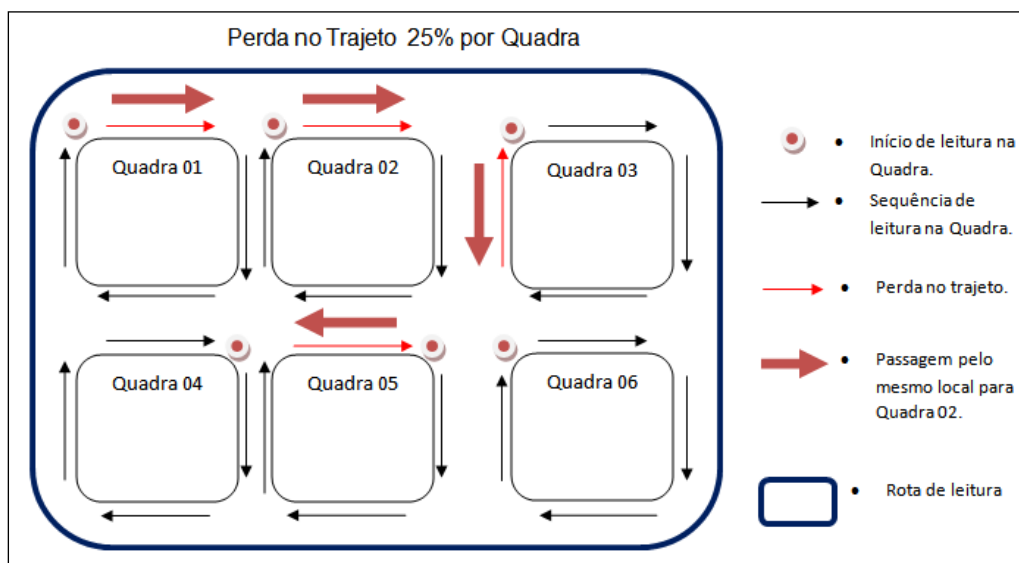
	Leiturista	Grupo	Rota Leitura	Qtde Leit.	Tempo Médio
Período:					
Jan/13	Agente 1	2	1	333	04:16:57
Fev/13	Agente 2	2	2	364	07:04:12
	Agente 3	2	3	372	04:51:43
	Agente 4	2	4	359	04:46:49
	Agente 5	2	5	384	04:56:42
	Agente 6	2	6	434	06:19:00
	Agente 7	2	7	395	05:19:20
	Agente 8	2	8	376	08:20:16
	Agente 9	2	9	376	05:39:46
	Agente 10	2	10	336	04:49:10
	Total				56:23:55

Fonte: Dados coletados na Empresa Foz do Brasil, 2013

Obteve-se que o tempo total para realização da leitura do Grupo 02 foi de 56 horas, 23 minutos e 55 segundos. Sendo que, se após a aplicação do método a leitura for realizada em um tempo menor, a melhoria poderá ser constatada.

Na Figura 2, está exposto o roteiro de leitura anterior a mudança nas rotas de leitura.

Figura 2 - Roteiro de leitura (antes da aplicação)



Fonte: Empresa Foz do Brasil, 2013

c) Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhoria?

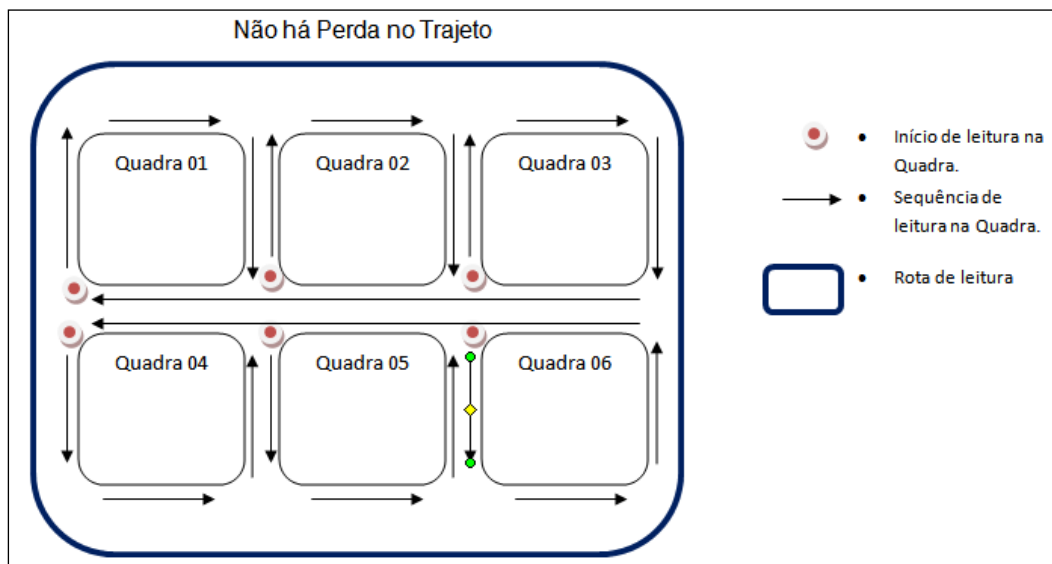
Acredita-se que, a partir da aplicação do método do caixeiro viajante, será possível otimizar a rota de leitura reduzindo assim o tempo total para leitura do Grupo 02. Para confirmar tal previsão, realizou-se um ciclo PDSA.

6.1. Ciclo PDSA

6.1.1. Planeje (plan)

Realizar as leituras do Grupo 02, coletando os dados referente ao tempo de leitura durante os meses de março e abril de 2013, aplicando o método do caixeiro viajante de maneira que o agente comercial passe somente uma vez em cada ponto de coleta, ou seja, em cada residência ou comércio. Na Figura 3, tem-se o modelo esquemático do novo roteiro a ser seguido com o método aplicado.

Figura 3 - Novo roteiro de leitura



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2013

6.1.2. Faça (do)

O plano foi executado sem incidentes nos meses de março e abril do ano de 2013, tendo assim um período de execução de igual tempo e na mesma localização da rota de leitura realizada nos meses de janeiro e fevereiro para posterior comparação.

6.1.3. Análise (study)

Conforme Tabela 2, foram coletados os resultados após aplicação do método caixeiro viajante, onde pode-se constatar a redução obtida no tempo médio da leitura.

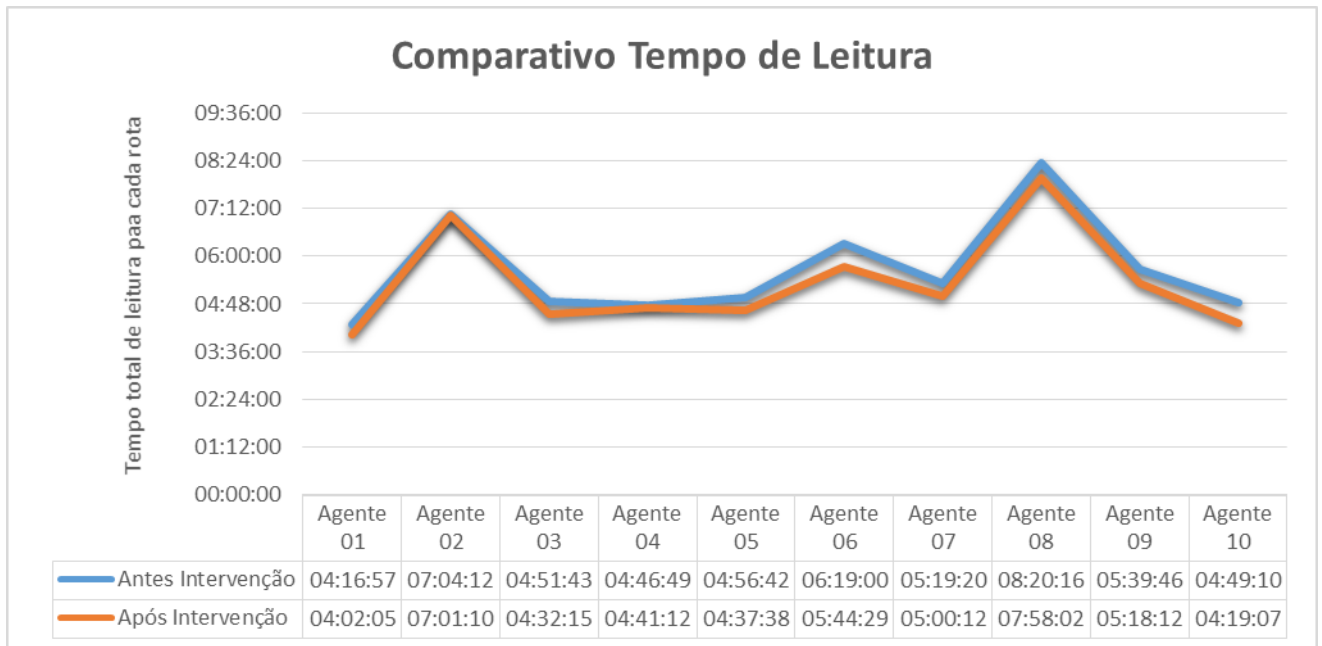
Tabela 2 - Resumo de Leitura (após a aplicação)

	Leiturista	Grupo	Rota Leitura	Qtde Leit.	Tempo Médio
Período:					
Mar/13	Agente 1	2	1	333	04:02:05
Abr/13	Agente 2	2	2	364	07:01:10
	Agente 3	2	3	374	04:32:15
	Agente 4	2	4	359	04:41:12
	Agente 5	2	5	384	04:37:38
	Agente 6	2	6	435	05:44:29
	Agente 7	2	7	395	05:00:12
	Agente 8	2	8	376	07:58:02
	Agente 9	2	9	377	05:18:12
	Agente 10	2	10	338	04:19:07
	Total				53:14:22

Fonte: Dados coletados na Empresa Foz do Brasil, 2013

Com os levantamentos e resultados das tabelas anteriores, é possível observar no Gráfico 1 a diferença no ganho de tempo a partir da aplicação do método caixeiro viajante, com redução de 3 horas, 10 minutos e 33 segundos, ou seja, obteve-se em apenas um grupo de leitura uma redução no tempo total de aproximadamente 6%.

Gráfico 1 - Comparativo de tempo de leitura



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013

6.1.4. Aja (act)

A partir dos resultados obtidos após a aplicação do método do caixeiro viajante, foi implementada a nova rota de leitura no Grupo 02.

Levando em consideração o grupo estudado, será possível reproduzir a aplicação do modelo nos grupos restantes, com foco na redução do tempo total de leitura mensal.

7. Considerações finais

O foco principal deste trabalho foi mostrar a importância da aplicação e implantação das melhorias com uso de recursos da logística, estatística e ferramentas da qualidade. Sendo que após implantação terá início o uso da pesquisa e análise para adequação em todo setor de leitura de Limeira/SP, bem como aplicação em novos bairros que serão liberados.

Toda estrutura dos métodos também poderá ser aplicada em novas concessões para melhorar e implantar os benefícios aplicados em novas estruturas de negócio da empresa Foz do Brasil S/A.

A concessão de pública para privada tornou-se uma alternativa que pode confirmar a eficácia, com prestação de serviços de forma adequada e cumprimento de contratos, uma vez que nem sempre a resolução é encontrada pelas autarquias públicas, aumentando cada vez mais o processo de concessões privadas no Brasil. Diante desse cenário, sendo uma referência no setor de saneamento básico, a Foz do Brasil - Limeira teve um contrato que era inicialmente de 30 anos, com início em 1995 e que foi prorrogado até 2039.

O foco principal foi demonstrar como era antes da aplicação dos métodos e comprovar as vantagens que a logística e estatística trazem ao dia-a-dia através de estudos aplicados em conceitos de melhoria, redução, eficiência e eficácia nas questões de otimização de um processo.

REFERÊNCIAS

BERQUÓ, E.S.; SOUZA, J.M.P. & GOTLIEB, S.L.D. **Bioestatística**. São Paulo, EPU, 1981.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C. & MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CUNHA, C. B. da; BONASSER, U. de O. & ABRAHÃO, F. T. M. **Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante**. In: XVI Congresso da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Natal, 2002

FARIAS, A.A.; SOARES, J.F. & CÉSAR, C.C. **Introdução à estatística**. 2 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2003.

LANGLEY, G. J. et al. Tradução Ademir Petenate. **Modelo de melhoria: uma abordagem prática para melhorar o desempenho organizacional**. 1. ed. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2011.

MARQUES, V. **Utilizando o Transportation Management System para uma gestão eficaz de transportes**. Revista Tecnológica, ano VI, nº 77, 2002.

MARTINS, G.A. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2001.

NUNES, R.P. **Métodos para a pesquisa agrônômica**. Fortaleza: UFC, 1998.

SILVEIRA JÚNIOR, P.; MACHADO, A.A.; ZONTA, E.P. & SILVA, J.B. **Curso de estatística**. Vol. 1, Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1989.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: setembro de 2013.