

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA
EM SISTEMAS PRODUTIVOS

SÉRGIO AUGUSTO PELICANO JUNIOR

BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA MÓVEL NA GESTÃO DE SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS NO SETOR
SUCROENERGÉTICO – UM ESTUDO DE CASO

São Paulo
Março/2016

SÉRGIO AUGUSTO PELICANO JUNIOR

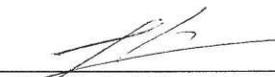
BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA MÓVEL NA GESTÃO DE SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS NO SETOR
SUCROENERGÉTICO – UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. José Manoel Souza das Neves

São Paulo
Março/2016

SÉRGIO AUGUSTO PELICANO JUNIOR

BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA MÓVEL NA GESTÃO DE SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS NO SETOR
SUCROENERGÉTICO – UM ESTUDO DE CASO



Prof. Dr. José Manoel Souza das Neves
Orientador



Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes
Membro



Prof. Dr. Getulio Kazue Akabane
Membro

São Paulo, 22 de março de 2016

Dedico este trabalho ao meu Pai Sérgio (*In
memoriam*) que sempre me incentivou a
buscar novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

À minha querida mãe Guida por tudo que fez por mim ao longo da minha vida, onde sempre esteve presente com um sorriso e com carinho mostrando o caminho correto.

À minha amada esposa Rita que me apoiou e me motivou nos momentos difíceis.

Às minhas filhas Laura e Julia que sempre estiveram por perto dando alegria e motivação.

Ao meu orientador Prof. Dr José Manoel Souza das Neves, pela paciência ao responder minhas dúvidas e por todo suporte para conclusão deste trabalho.

Aos professores da banca examinadora, que gentilmente aceitaram o convite e contribuíram para a aquisição de novos conhecimentos.

À minha sogra Teresa e meu sogro João Luiz que deram apoio a minha família durante o tempo que estive dedicado as pesquisas.

RESUMO

PELICANO, S. A. **BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA MÓVEL NA GESTÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS NO SETOR SUCROENERGÉTICO – UM ESTUDO DE CASO.** Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2016.

O presente trabalho tem como objetivo identificar os benefícios da utilização de um *software* embarcado em um dispositivo móvel que controla as ordens de serviço de manutenção de máquinas e equipamentos de usinas de açúcar e etanol. Foi realizado um estudo bibliográfico onde buscou fundamentação teórica sobre as tecnologias móveis e sua importância nas organizações. O referencial teórico norteou a pesquisa de campo realizada em um grupo empresarial que possui duas usinas de açúcar e etanol que implantou o sistema em 2013 na unidade A e vem implantando desde 2014 na unidade B. Verificou-se com o estudo de caso, que a implantação do *software* embarcado em dispositivos móveis contribuiu para melhoria das variáveis de custo, rastreabilidade, velocidade de acesso aos dados e principalmente para a qualidade da informação. As entrevistas realizadas com equipes de planejamento de manutenção, equipe de TI e equipe responsável pelo desenvolvimento do *software* apontam que a qualidade das informações lançadas no *software* apresenta mais confiabilidade das informações lançadas nas folhas impressas.

Palavras-chave: Tecnologia móvel; Manutenção; Dispositivos móveis.

ABSTRACT

PELICANO, S. A. **BENEFITS OF MOBILE TECHNOLOGY IN MANAGEMENT OF MAINTENANCE SERVICE IN MACHINE, EQUIPMENT AND VEHICLES IN SUGARCANE INDUSTRY - A CASE STUDY**: Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2016.

This study aims to identify the benefits of using an embedded *software* on a mobile device that controls maintenance work orders of machinery and equipment for sugar and ethanol. A bibliographical study which sought theoretical foundations of mobile technology and its importance in organizations was held. The theoretical framework guided the field research conducted in a group of companies that owns two plant sugar and ethanol which implemented the system in 2013 into drive A and has been implementing since 2014 in unit B. It was with the case study, which the *software* implementation in mobile devices has contributed to improved cost variables, traceability, speed of access to data and especially the quality of information. Interviews with maintenance planning teams, IT staff and staff responsible for developing the *software* show that the importance of the quality of information released on *software* have increased reliability of the information released in the printed sheets

Keywords: Mobile technology; maintenance; Mobile devices.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura da Dissertação	15
Quadro 2: Produção dos estados formadores da região Centro Sul.....	20
Quadro 3: Categorias, dimensões e definições da Qualidade da Informação	37
Quadro 4: Quadro dos entrevistados.....	43
Quadro 5: Questões do questionário das entrevistas	44
Quadro 6: Quantidade de Máquinas, Equipamentos e Veículos	47
Quadro 7: Dimensões da Qualidade da Informação.....	52
Quadro 8: Custo do tempo do lançamento dos dados OS Impressa	55
Quadro 9: Custo do tempo do lançamento dos dados no <i>Tablet</i>	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de Cana-de-açúcar no Brasil	18
Figura 2: Usinas de Açúcar, Etanol e Bioenergia do Estado de São Paulo	19
Figura 3: Comparação da produção de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo	19
Figura 4: Vendas de etanol hidratado	21
Figura 5: Colheita mecanizada Região Centro-sul.....	22
Figura 6: Diagrama dos processos de produção sucroalcooleiro	23
Figura 7: Gráfico de custo versus nível de manutenção	26
Figura 8: Como a TI pode apoiar os processos	28
Figura 9: ERBs da operadora Vivo.....	34
Figura 10: Aceitação dos Celulares	32
Figura 11: Comunicação entre os dispositivos e servidores	39
Figura 12: Telas de entrada de dados.....	40
Figura 13: Apontamento antes da utilização do <i>software</i>	48
Figura 14: Fluxo dos processos antes do <i>software</i>	48
Figura 15: Fluxo com a utilização do sistema	49
Figura 16: Gráfico da Aceitação pelos Funcionários	50
Figura 17: Investimos na implantação do <i>software</i>	56
Figura 18: Tempo utilizado nas atividades coleta de dados	57
Figura 19: Usabilidade do Dispositivo Móvel	58
Figura 20: Integração dos componentes de rede e base de dados do <i>e-Maintenance</i>	61

LISTA DE SIGLAS

CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
ERB	Estação de Rádio Base
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
IAA	Instituto do Açúcar e Alcool
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i>
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TM	Tecnologia Móvel
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Caracterização do Tema	13
1.2 Questão de pesquisa	13
1.3 Objetivo	14
1.4 Relevância do Tema	14
1.5 Estrutura da Dissertação	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 O Agronegócio – Setor Sucroenergético	16
2.2 Importância da manutenção	24
2.2.1 Manutenção nas usinas de açúcar e etanol.....	26
2.3 Tecnologia da informação e comunicação - TIC	27
2.4 Mobilidade Digital	30
2.4.1 Tecnologia 3G/WiFi	34
2.5 Qualidade da Informação.....	35
2.5.1 Qualidade da Informação e suas dimensões	37
2.6 <i>Software</i> de coleta de dados.....	38
3 MÉTODO	41
3.1 Protocolo do estudo de caso.....	42
3.2 Levantamento dos dados pesquisados	45
4 resultados e discussões	47
4.1 Implantação do <i>Software</i>	49
4.2 Qualidade da informação gerada pela implantação de TI	50
4.3 Rastreabilidade.....	52
4.4 Velocidade	53
4.5 Resultados financeiros.....	54
4.6 Usabilidade	57
5 conclusão	59
5.1 Limitações da pesquisa e projetos futuros	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O uso de Tecnologia da Informação – TI modificou a maneira de trabalho de empresas em diversos setores da economia mundial. Mudanças que estão ocorrendo cada vez mais rápido e em todos os departamentos desde as relações comerciais até trabalhos que apresentam grandes obstáculos para implantação de *softwares* ou qualquer tipo de tecnologia que possa auxiliar.

Atualmente redes digitais e TI não só formam o sistema nervoso da economia, mas também da sociedade como um todo. Em todas as áreas como fábricas, escritórios, aplicações da área da saúde e até mesmo em atividades domésticas, os computadores estão sendo utilizados com muita intensidade (AKABANE, 2015).

Rapidez de inovar e efetuar melhorias contínuas são fatores indispensáveis para que as organizações se mantenham ativas em uma economia globalizada nos dias de hoje. Esta necessidade faz com que as organizações busquem ferramentas de gerenciamento que tragam condições de se tornarem mais competitivas por meio da qualidade na produção de seus produtos e serviços onde tal qualidade cada vez mais está ligada a manutenção de máquinas e equipamentos (KARDEK; NASCIF, 2009).

No setor sucroenergético, objeto de estudo deste trabalho, não é diferente. O setor que nos últimos cinco anos passa por momento não tão favorável, ainda assim é um dos que mais gera empregos no país. São mais de 70 mil produtores de cana-de-açúcar gerando em torno de 1,2 milhão de empregos diretos. A indústria exporta o equivalente a 15 bilhões de dólares e possui um PIB de 48 bilhões de dólares (UNICA, 2013).

Trata-se de um setor que conta com uma estrutura de mercado concentrada e organizada por grandes grupos econômicos tanto nacionais como estrangeiros e são grandes tomadores de inovações vindas de fornecedores de máquinas, insumos e sistema de gestão (Bin et al, 2015).

1.1 Caracterização do Tema

Com intuito de aprimorar o processo de coleta e lançamento dos dados relacionados às ordens de serviço de manutenção de máquinas, equipamentos e veículos de um grupo de usinas de açúcar e etanol, que na maioria das vezes são realizadas em locais distantes das sedes ou áreas que não tenham acesso a rede de computadores ou ainda em ambientes que não permitam a instalação de computadores por serem insalubres, dificultando assim a coleta e lançamento dos dados nos Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP- *Enterprise Resource Planning*), a equipe de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) juntamente com a equipe de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em parceria com uma empresa de desenvolvimento de sistema para dispositivos móveis, elaboraram um projeto para o desenvolvimento de um *software* instalado em um dispositivo móvel no qual os mecânicos responsáveis pelo serviço de manutenção realizam a coleta e o lançamento dos dados referentes aos serviços executados.

Considerando a grande evolução das tecnologias móveis, onde dispositivos como *tablets* e *smartphones* vêm ganhando a cada dia novas funcionalidades, juntamente com o grande avanço da capacidade de comunicação, tanto das redes *wifi* como as redes de telefonia celular que por meio da introdução da tecnologia 3G possibilitou envio de dados em uma velocidade considerada alta, a pesquisa pretende apresentar os benefícios da utilização de tais tecnologias como suporte aos processos de coleta e apontamento dos dados relacionados aos serviços de manutenções.

1.2 Questão de pesquisa

A utilização de *softwares* embarcados em dispositivos móveis, tais como *smartphones* e *tablets* por equipes de manutenção de máquinas e equipamentos utilizados no campo ou em locais de difícil acesso, podem melhorar a confiabilidade, velocidade de acesso, rastreabilidade das informações das ordens de serviço e redução de custos operacionais em usinas de açúcar e etanol?

1.3 Objetivo

O objetivo proposto é identificar quais os benefícios da utilização de um *software* embarcado em um dispositivo móvel que controla as ordens de serviço de manutenção de máquinas e equipamentos de usinas de açúcar e etanol.

Pretende-se identificar vantagens referentes a custos, velocidade da pesquisa das informações, facilidade no armazenamento dos dados, rastreabilidade e qualidade das informações.

1.4 Relevância do Tema

Conforme levantamento bibliográfico realizado por Pelicano e Neves (2014), foram encontrados diversos trabalhos que mostram a utilização de sistemas embarcados em dispositivos móveis como recursos para melhorar a qualidade da coleta de dados em diversos ramos de atividade.

A figura 1 apresenta a quantidade de artigos relacionados a tecnologia móvel disponíveis de 2010 a junho/2014 na base de dados da CAPES, apresentando um número crescente de artigos no período pesquisado.

Figura 1: Número de artigos publicados no período



Fonte: Pelicano e Neves (2014)

Outras tecnologias como o armazenamento de dados nas nuvens, o avanço nas

linguagens de programação, facilitam o desenvolvimento de novos aplicativos para os dispositivos móveis, reduzindo custo de implantação e tornando a utilização de tais aparelhos uma estratégia para melhorar os resultados em qualquer operação dentro das empresas e assim serem mais competitivas.

1.5 Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em 5 capítulos distribuídos conforme quadro 1.

Quadro 1: Estrutura da Dissertação

Capítulo 1	Apresenta a introdução, questão e objetivos da pesquisa e ainda a estrutura de como a dissertação está dividida.
Capítulo 2	Traz uma revisão da literatura abordando a importância da manutenção de máquinas e equipamentos, necessidade da qualidade da informação na coleta dos dados e embasamento teórico sobre como a tecnologia da informação pode ser fator decisivo na produção, traz um panorama do setor sucroenergético no Brasil, apresenta a tecnologia móvel como apoio na coleta de dados.
Capítulo 3	É tratado o método aplicado neste trabalho. São apresentados os procedimentos relacionados à pesquisa qualitativa com a finalidade de analisar a implantação do <i>software</i> de coleta de dados em dispositivos móveis nas áreas de difícil acesso das usinas estudadas.
Capítulo 4	São analisados os dados colhidos e apresenta os resultados da pesquisa, responde o problema de pesquisa, mostrando as melhorias das variáveis de qualidade, rastreabilidade, velocidade, usabilidade e custo.
Capítulo 5	Apresenta as conclusões da pesquisa e possíveis trabalhos futuros, como a apresenta o conceito de <i>e-maintenance</i> que considera a tecnologia móvel como um dos itens principais para tal conceito.
Pós-texto	Apresenta as referências bibliográficas.

Fonte: Elaborado pelo autor

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo apresenta o levantamento teórico no intuito de apresentar o estado da arte sobre o tema objetivo de estudo, bem como conceitos, definições e procedimento que serviram de base para explicação dos benefícios encontrados com a utilização das tecnologias móveis pelo departamento de manutenção de máquinas e equipamentos de um grupo do setor sucroenergético.

2.1 O Agronegócio – Setor Sucroenergético

O setor sucroenergético sempre esteve presente na economia brasileira. Desde o período colonial o cultivo da cana-de-açúcar vem colocando o Brasil como um dos grandes produtores de açúcar no mundo. Toda experiência adquirida neste período de produção de açúcar colocou o Brasil em posição de destaque também na produção de etanol (KONISHI et al., 2014), combustível derivado da cana-de-açúcar, que devido à crise mundial do petróleo, foi adotado no Brasil como alternativa para os combustíveis fósseis.

Atualmente a produção nas usinas brasileiras estão divididas entre 50% a 60% para produção de etanol, o restante para a produção do açúcar onde dois terços costumam ser exportado e o restante é consumido no mercado interno fazendo com que o valor comercializado do açúcar dependa de variáveis de controle mundiais. Já no caso do etanol, aproximadamente 90% é destinado ao consumo interno onde o valor comercializado está ligado a políticas internas que possam viabilizar a produção (LEMOS et al., 2015).

Os primeiros decretos do governo brasileiro que regulamentavam o uso do etanol combustível no Brasil surgiram em junho de 1933, quando foi criado o Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), órgão que controlava as medidas para produção de açúcar e etanol no Brasil que tinha o intuito de aumentar a produção de etanol.

Em meados da década de 70 com a crise internacional do petróleo e com o objetivo de impulsionar a economia do Brasil e reduzir o consumo da gasolina, foi criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), programa do governo que trouxe grande incentivo financeiro por meio de recursos do Banco Mundial que financiava, com subsídios do governo, projetos

de construção e melhorias nas usinas possibilitando o aumento das áreas plantadas com cana-de-açúcar e a criação de novas unidades de produção conhecidas como destilarias autônomas voltadas exclusivamente para produção de Etanol (SALLES-FILHO et al., 2015)

A preocupação com os impactos ambientais causados pelo consumo de combustível de fontes fósseis, foi usada como fator que incentivou a produção de etanol pois trata-se de um combustível de fonte renovável que polui menos e interfere em menor intensidade nas mudanças climáticas (SALLES-FILHO et al., 2015). Porém, esta preocupação por solução para substituição dos combustíveis de fontes fósseis fez surgir dezenas de novas tecnologias que se tornaram concorrentes do etanol, fazendo com que não se tenha certeza da predominância do combustível gerado da cana-de-açúcar no mercado nacional e internacional juntamente, com políticas não definidas de investimento no setor, trouxeram uma desaceleração na produção do etanol nos últimos dez anos (SALLES-FILHO et al., 2015).

No início dos anos 1990, o setor sucroenergético entra em um período de ressecção devido à redução drástica dos subsídios fiscais e de crédito e das alterações das políticas impostas pelo governo brasileiro para recuperar a estabilidade econômica, além do fato que ao longo da década houve queda dos preços do barril de petróleo comparados com os preços dos anos de 1970 a final de 1980 (OLIVEIRA et al.; 2012).

A partir de 2003 o consumo de etanol foi impulsionado pelo desenvolvimento e comercialização dos veículos bicomcombustíveis conhecidos como *flexfuel* que rodam com gasolina ou etanol permitindo que o consumidor escolhesse qual combustível usar (SALLES-FILHO et al., 2015). Mesmo com a aumento do consumo de etanol devido aos carros biocombustíveis, o forte relacionamento do preço do etanol com o preço da gasolina, que vêm sendo controlados pelo governo, fazem com que o preço do etano não seja competitivo (SALLES-FILHO et al., 2015).

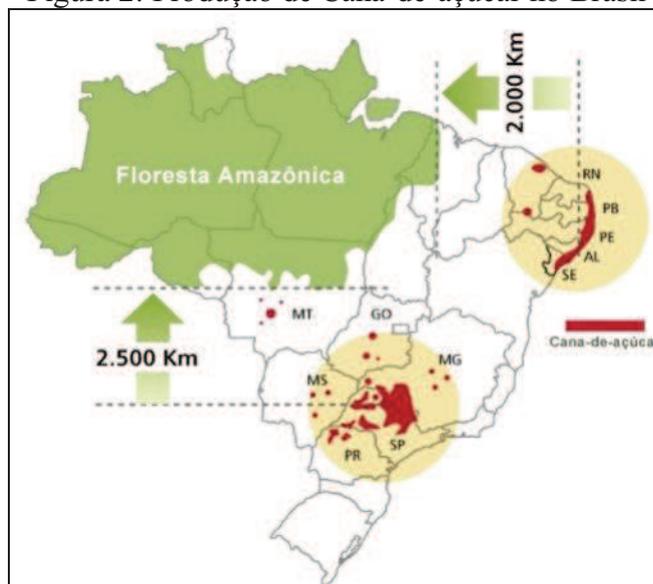
A produção de etanol tem grande atrativo para investidores estrangeiros pois segundo Macedo (2007) a capacidade de redução de gases de efeito estufa é elevada por se tratar de uma fonte renovável e por apresentar fator energético da ordem de 8,9 que é muito superior ao 1,3 apresentado pelo etanol extraído do milho nos EUA, acompanhado das estimativas e perspectivas otimistas de consolidação do consumo de etanol em um mercado internacional (GARCIA; LIMA; VIEIRA, 2015). Outro ponto a ser considerando para o aumento do investimento estrangeiro segundo Salles-Filho et al. (2015), são os altos níveis de endividamento das usinas, tornando os valores para aquisição menores do que os praticados no mercado.

Segundo Nastari (2010) o perfil de investidores no setor sucroenergético vem sofrendo mudanças em relação ao padrão histórico, onde percebe-se uma internacionalização da estrutura de capitais da empresa, que a partir de 2000 grupos estrangeiros iniciaram fusões e aquisições de empresas que não estão somente ligadas a produção de etanol ou açúcar, mas que atingem toda a cadeia desde pesquisas e desenvolvimento até a distribuição dos produtos. Em 2011 25,5% da moagem da cana era de empresas com capital estrangeiro, mais que o dobro verificado na safra 2007/2008 que era somente 11,9%.

Toda esta experiência da produção de açúcar e etanol torna o setor sucroenergético um dos maiores geradores de empregos e investimentos do Brasil, segundo dados da União da Indústria de Cana-de-açúcar (ÚNICA, 2013) o setor gerou cerca de 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos com movimentação que representou 1,3% do PIB brasileiro.

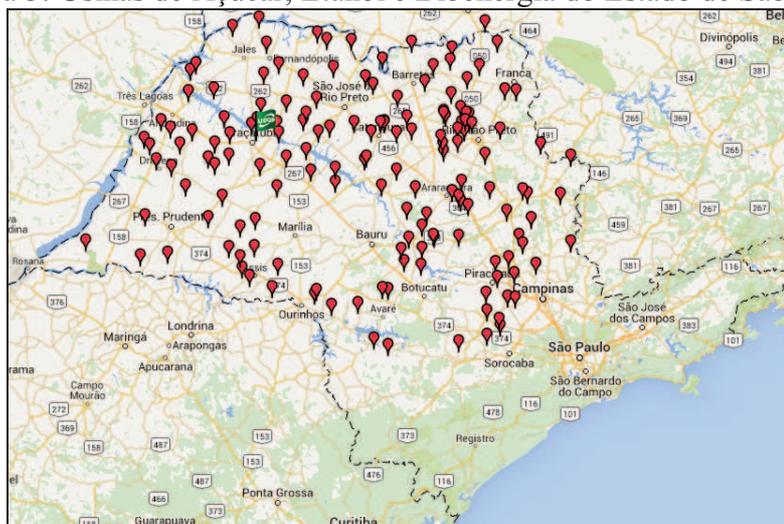
O Brasil conta com 409 usinas produtoras de açúcar, etanol e bioenergia distribuídas conforme o mapa da figura 2, sendo que 176 usinas estão instaladas no estado de São Paulo conforme o mapa da figura 3.

Figura 2: Produção de Cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: UNICA (2014)

Figura 3: Usinas de Açúcar, Etanol e Bioenergia do Estado de São Paulo



Fonte: UDOP (2015)

Com área plantada de 5.728.285 hectares do total de 10.944.369 hectares de área plantada no Brasil (UDOP, 2015), o estado de São Paulo é considerado o maior produtor de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do país, com mais da metade da produção (figura 4).

Figura 4: Comparação da produção de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo



Fonte: UDOP (2015), gráfico elaborado pelo autor

A região centro-sul, formada pelos estados apresentados no quadro 2 e onde estão as usinas pesquisadas, possui 90% da cana-de-açúcar produzida no Brasil.

Quadro 2: Produção dos estados formadores da região Centro Sul

Estados	Cana-de-açúcar (mil toneladas)	Açúcar (mil toneladas)	Etano Total (mil m ³)
Espirito Santo	3.243	107	167
Goiás	66.276	1.997	4.175
Mato Grosso	17.012	405	1.169
Mato Grosso do Sul	42.974	1.340	2.440
Minas Gerais	59.321	3.267	2.727
Paraná	43.078	2.923	1.610
Rio de Janeiro	1.586	37	89
Rio Grande do Sul	73	0	4
Santa Catarina	0	0	0
São Paulo	337.780	21.909	13.764

Fonte: UDOP (2015)

No relatório apresentado pelo departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) divulgado em fevereiro de 2012 mostra a projeção do setor de produção de etanol mundial para os próximos dez anos e que o Brasil deve aumentar 90% da sua produção do biocombustível tornando o setor ainda mais competitivo.

Além da previsão de crescimento, pode-se encontrar uma mudança na política administrativa das usinas de açúcar e etanol. Atualmente as usinas que eram praticamente empresas familiares, estão sendo adquiridas por grupos maiores, em alguns casos empresas estrangeiras, tornando a administração mais profissional e com exigência de qualidade nos processos de controle (UNICA, 2013).

Segundo estimativas divulgadas em maio de 2015 pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) em conjunto com os sindicatos e associações de produtores da região centro-sul do Brasil e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), a previsão inicial de moagem da safra 2015/2016 será de 590 milhões de toneladas que representam um crescimento de 3,4% em relação à safra de 2014/2015 (UNICA, 2015).

Dados finais da safra 2014/2015 apresentados pela UNICA mostram um aumento nas vendas de etanol hidratado carburante pelas usinas da região Centro-Sul. O gráfico da figura 5

apresenta crescimento de 4% em relação à safra 2013/2014.

Figura 5: Vendas de etanol hidratado



Fontes: UNICA (2015)

Ainda segundo dados do relatório da safra 2015/2016 apresentado pela UNICA, há a previsão de aumento do consumo de etanol anidro devido ao aumento do nível de mistura na gasolina que era de 25% e foi elevado para 27%.

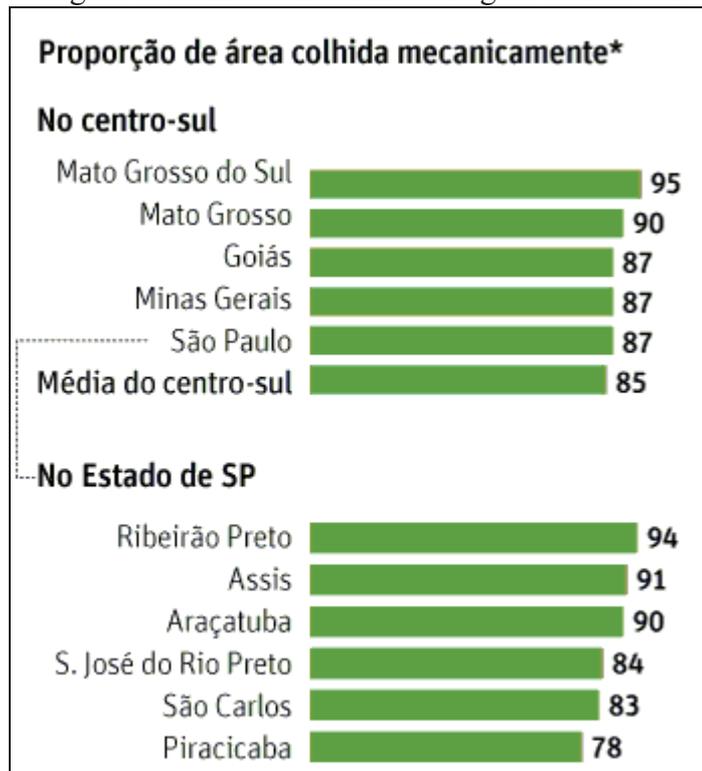
2.1.1 O Processo Produtivo

O setor sucroenergético basicamente é formado pelas atividades do cultivo da cana-de-açúcar, fabricação de açúcar, produção de etanol hidratado e anidro e nos últimos anos a produção de energia elétrica utilizando os resíduos da cana-de-açúcar, além de subprodutos que são produzidos em menor quantidade.

O processo de produção da cana-de-açúcar começa na escolha de umas das mais de 600 variedades de cana a ser plantada levando em conta o solo e o clima da região (UNICA, 2010). Este processo pode ser feito a cada seis anos e quando for necessário, a execução pode ser mecanizada.

A colheita é realizada nos meses de abril a dezembro. A Figura 6 mostra que no estado de São Paulo o processo de colheita mecanizada é de 87% em média conforme dados da UNICA e CTC (2013) e deverá ser de 100% até 2017 respeitando o acordo do Estado de São Paulo com os produtores.

Figura 6: Colheita mecanizada Região Centro-sul



Fonte: NOVACANA (2013)

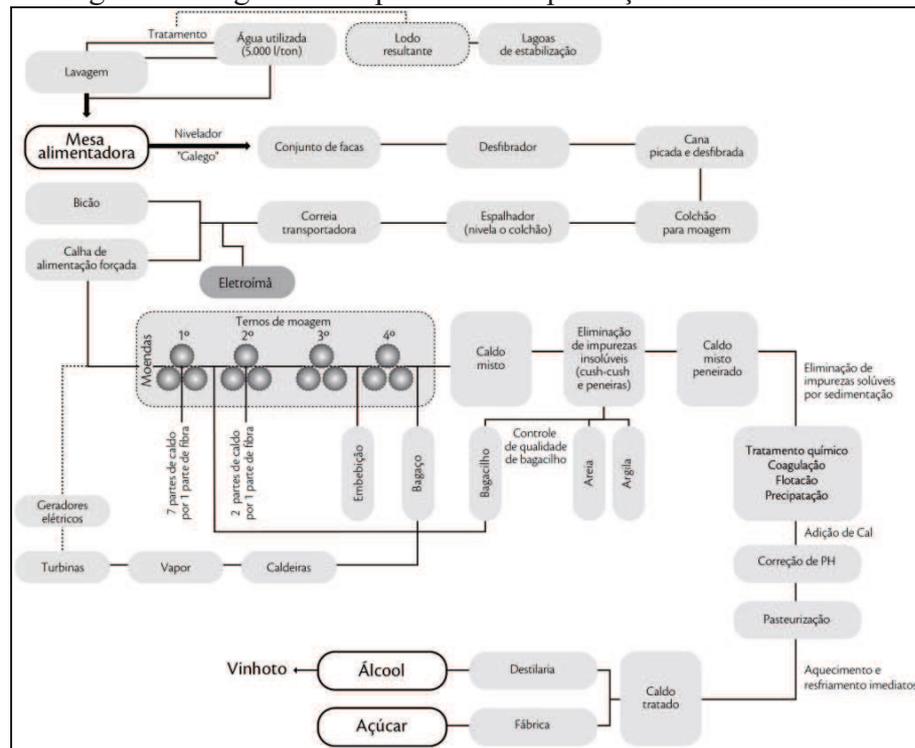
Após a colheita, a cana-de-açúcar torna-se perecível e deve ser entregue às usinas o mais rápido possível, no geral menos de 24 horas, passando por processo de análise e pesagem e são descarregadas em esteiras e enviadas para a moagem que pode ser realizada por meio de pressão de rolos ou difusores.

A partir do processo de moagem surge o caldo que será base para produção de açúcar e etanol que levará em conta condições de mercado podendo produzir um ou outro em maior quantidade. O caldo da primeira e segunda moagem é enviado para produção de açúcar que passa por processos químicos de purificação, evaporação e cozimento cristalizando a sacarose que passa por uma centrífuga para separação dos cristais do melaço. Os cristais seguem para um secador e um equipamento para peneiramento e armazenamento. Todo este processo dura cerca de 15 horas após a chegada da cana-de-açúcar na usina.

O etanol hidratado é produzido pela fermentação e destilação do caldo realizado em colunas de destilação e retificação. Já para a produção do etanol anidro é necessário realizar outro processo que retira a água do etanol hidratado.

Outro item extraído da moagem é o resíduo fibroso chamado de bagaço que é usado para abastecer as caldeiras que geram vapor alimentando turbinas que produzem bioenergia. A figura 7 mostra os processos da produção.

Figura 7: Diagrama dos processos de produção sucroalcooleiro



Fonte: NOVACANA (2013)

Segundo dados da UNICA (2015), todas as usinas no Brasil são autossuficientes em energia elétrica. Cada vez mais as usinas estão produzindo energia elétrica além do necessário e comercializam o excedente que é enviado para a rede de distribuição onde ajuda na iluminação de várias cidades brasileiras.

Com base nas informações de como são os processos de produção, pode-se verificar que são tarefas com uso de máquinas, equipamentos, colheitadeiras, tratores, caminhões entre outros que necessitam estar em condições de operação, exigindo um controle rigoroso do departamento responsável pela manutenção para que o mesmo possa ter informações atualizadas e que possibilitem tomadas de decisões rápidas.

No presente estudo, podemos dividir em manutenção industrial que é realizada nas máquinas e equipamentos dentro da unidade fabril e manutenção de veículos e máquinas agrícolas que estão distribuídas por toda a cadeia produtiva tanto no campo como realizando trabalhos em outras áreas geográficas.

Na unidade fabril, o ambiente é muito desfavorável à implantação de computadores e até mesmo redes *wifi* devido a interferências eletromagnéticas, presença constante de vapor d'água, resíduos de bagaço de cana, poeira, temperatura elevada, além de substâncias químicas utilizadas na produção.

Já a dificuldade encontrada para realizar a manutenção de veículos e máquinas agrícolas, na maioria das vezes, é a distância onde são realizados os trabalhos dos pontos de coleta de dados. O ambiente insalubre e as grandes áreas geográficas onde as usinas estão instaladas tornam-se um agravante para coleta de dados tornando um processo lento, não confiável e de difícil controle.

2.2 Importância da manutenção

O termo manutenção teve sua origem na área militar com o sentido de manter as tropas e equipamentos militares em atividade constante (MONCHY, 1989) e após a segunda grande guerra o aumento do consumo por todos os tipos de produtos, a redução da mão de obra especializada e o grande aumento do processo de mecanização, fez com que as empresas percebessem a importância da manutenção de equipamentos como necessidade para melhorar a produção (MOUBRAY, 1997).

Moubray (1997) define manutenção como o conjunto de ações que permite manter ou restabelecer um bem a um estado operacional específico ou, ainda, assegurar um determinado serviço, tornando a manutenção um ponto estratégico na obtenção de resultados da organização e deve ser direcionada ao suporte do gerenciamento e à solução de problemas apresentados na produção fazendo com que a empresa atinja melhor qualidade e produtividade.

Quando não ocorre investimentos nos processos de manutenção para que os serviços sejam realizados com qualidade, os investimentos em sistema de gestão da qualidade da produção podem ser perdidos (SOURIS, 1992), pois o processo produtivo depende do bom funcionamento dos equipamentos, onde ao avaliar somente a variável custo de manutenção sem comparação com outras variáveis, pode-se chegar a conclusões equivocadas. Kardec e Nascif (2009) mostram que a falta de manutenção causa aumento no tempo de produção pela redução do desempenho dos equipamentos, mesmo se o equipamento não parar efetivamente. Esse aumento no tempo de produção pode fazer as empresas buscarem soluções em outros fatores, causando um aumento no custo da produção.

Para Kardec e Nascif (2009) a manutenção para ser estratégica, não pode ser apenas eficiente, tem que ser eficaz. A manutenção de máquinas e equipamentos tem que ser proativa

e não reativa, necessitando de informações claras, confiáveis e rápidas para que as ações sejam tomadas antes da quebra que ocasiona a parada da produção.

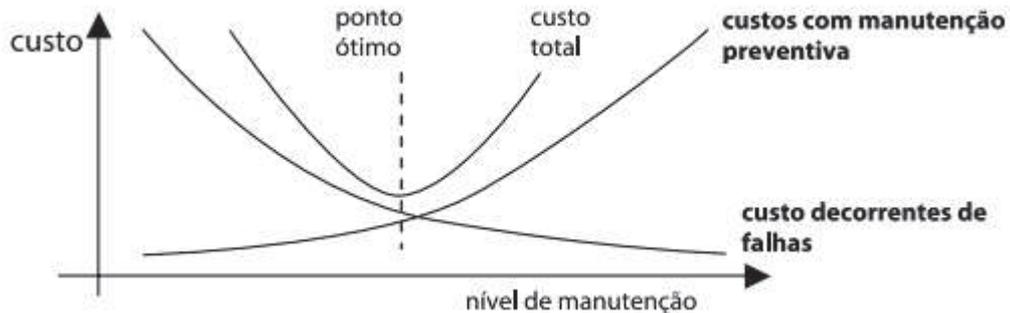
É importante observar que as políticas de manutenção que serão adotadas devem levar em consideração a importância do equipamento para o processo, o custo do equipamento e de sua reposição, as consequências da falha do equipamento no processo e o ritmo de produção, assim verificando que todos os fatores que indicam que a política de manutenção não pode ser a mesma para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciada para cada um deles, na busca do ponto ótimo entre disponibilidade e custo (MARCORIN; LIMA, 2003).

Os vários tipos de manutenção existentes são caracterizados pela maneira que é realizada a intervenção nos equipamentos (KARDEK; NASCIF, 2009), onde podemos citar alguns conceitos básicos para auxiliar no entendimento sobre tais tipos de manutenção.

- **Manutenção Corretiva:** Segundo Kardek e Nascif (2009), manutenção corretiva não planejada é a forma de manutenção mais prejudicial ao processo pois ocorre em momento de produção aleatoriamente, sem a possibilidade de programação de parada. Estas ações isoladas necessitam manter alto número de peças de reposição. Esta política de manutenção é aplicada quando os custos da parada do equipamento são menores que os custos para evitar a parada. São recomendadas para equipamentos que não interferem na produção (MARCORIN; LIMA, 2003).
- **Manutenção Preventiva:** É realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho seguindo planejamento baseado em possibilidade de utilização de intervalos que não prejudiquem a produção (KARDEK; NASCIF, 2009). São baseadas em ações periódicas programadas seguindo definições dos fabricantes dos equipamentos. Essa política de manutenção pode levar a desperdícios por não considerar a condição real do equipamento além de que podem ocorrer ações desnecessárias reduzindo a produtividade.
- **Manutenção Preditiva:** Para Kardek e Nascif (2009) é a maior quebra de paradigma na área de manutenção. Neste processo a necessidade de informações é muito grande devido as decisões serem tomadas baseadas em históricos das manutenções e acompanhamento de parâmetros diversos como temperatura, vibração entre outros. Apoiado por tais informações, a equipe de manutenção pode elaborar cronograma para as ações e aquisição de peças

(custo da manutenção), reduzindo estoque e evitando paradas desnecessárias da produção (custo da indisponibilidade). Essa política de manutenção requer mão-de-obra especializada e utilização de instrumentos de medição que elevam os custos de tal política de manutenção, no entanto, seus resultados são próximos do ponto ótimo apresentado na figura 8.

Figura 8: Gráfico de custo versus nível de manutenção



Fonte: Mirshawka e Olmedo (1993)

Para Campos (2009) as atividades de manutenção geram grande quantidade de informação com o agravante da distribuição das máquinas, equipamentos ou veículos em uma grande área geográfica dificultando o acesso a computadores, sendo a tecnologia móvel um dos itens mais significativos para permitir que informações sejam enviadas quase que instantaneamente para base de dados onde possam ser analisadas.

Segundo dados da ABRAMAN (2013) o setor de manutenção movimentou cerca de R\$ 207 bilhões no ano de 2012, que corresponde a 4,5% do PIB brasileiro, mostrando potencial do setor e a possibilidade de investimentos em *softwares* de coleta de dados instalados em dispositivos móveis.

2.2.1 Manutenção nas usinas de açúcar e etanol

O planejamento de manutenção depende de cada usina. Algumas possuem um departamento específico – o PCM. Esse setor coordena e realiza o plano de manutenção com a orientação técnica de vários departamentos da usina. O PCM necessita acompanhar e fornecer dados históricos para referência. Durante a execução, o PCM recebe informações do andamento dos serviços e fornece o *feedback* para correção ou ajuste das metas definidas.

O mercado tem visto que o período de entressafra está a cada ano menor nas usinas. A

tendência atual é ampliar o período de moagem da usina. Assim, os serviços de manutenção são de grande importância e cada vez mais exige controle da qualidade das informações coletadas em todo o processo de manutenção.

A rotina dentro de uma usina de açúcar e etanol é intensa. Os trabalhos em época da safra são de 24 horas por dia, sete dias na semana, não permitindo paradas de máquinas e equipamentos por falta de manutenção e no período de entressafra as atividades de manutenção para reparos e melhorias nas máquinas e veículos geram grande quantidade de dados a serem coletados e analisados, surgindo a necessidade de ter ótimo controle das informações referentes a serviços em máquinas, equipamentos e veículos, para que a manutenção preventiva e preditiva se torne função estratégica para melhorar o desempenho da produção.

2.3 Tecnologia da informação e comunicação - TIC

Antes do surgimento dos computadores na década de 40, o termo informação, que tem sua origem do latim *in-formare*, era utilizado com o significado de ação de informar; formação ou moldagem da mente; instrução; comunicação de conhecimento. Porém com o surgimento dos computadores o termo informação passou a definir qualquer coisa que fosse utilizado em um canal elétrico ou mecânico e na “onda da era da informação” a utilização do termo ficou ainda mais vaga (MACHADO, 2000).

Esta generalização do termo pode gerar dúvidas sobre o entendimento do termo tecnologia da informação e comunicação (TIC). Podemos iniciar a definição de TIC como um agrupamento de computadores, *softwares*, rede de computadores públicas e privadas, protocolos de transmissão de dados que transmitem dados entre funcionários de uma empresa como transmitir dados entre empresas diferentes (MACHADO, 2000). No entanto veremos que a TIC está além de uma dimensão física que envolve equipamento e *software*, mas também como um conceito que está auxiliando no desenvolvimento das organizações e da sociedade.

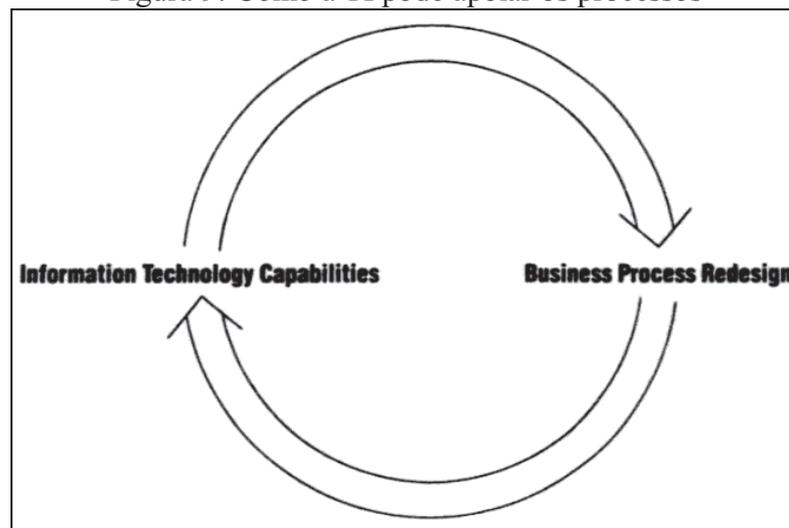
Na década de 90 a era da informação começa a dar atenção especial ao conhecimento gerado pela coleta e processamentos dos dados, tornando-se um trunfo para que a empresa se torne mais competitiva e segundo Rodriguez e Ferrante (2000) surge a nova sociedade do

conhecimento, que considerando a automatização dos processos fez com que o homem mudasse o foco para atividades como as de criação de novos produtos, de analisar e inovar.

Esta visão da era do conhecimento vem do desenvolvimento da informática e das telecomunicações sendo responsáveis por enormes mudanças nas organizações e na sociedade. Graeml (2003) considera que as novas tecnologias permitem que tarefas que exigiam muito esforço e tempo dos humanos possam ser substituídas por máquinas além de encurtarem distâncias.

Devenport e Short (1990) acreditam que TI nas organizações tem funções que vão além da administração de matérias, logística, controle de projetos, mas sim redesenhar processos, modificando e melhorando as funções da manufatura como pode ser visto na figura 9 a ideia de Davenport e Short (1990) de que a TI e os processos de negócio possui um relacionamento recursivo entre eles, onde cada um modifica o outro.

Figura 9: Como a TI pode apoiar os processos



Fonte: Davenport e Short (1990)

No passado o ambiente de negócio era estável e não exigia mudanças rápidas com tarefas individuais, no entanto, nos dias atuais as mudanças acontecem cada vez mais rápidas, para Davenport e Shoart (1990), as tecnologias da informação e comunicação são as ferramentas mais poderosas para suportar tais exigências, considerando que as tarefas estão distribuídas em grupos que necessitam de mais flexibilidade para as equipes envolvidas.

Attaran (2003), afirma que o uso da informação por todos os níveis dentro da empresa com uma intensidade muito grande foi devido à redução dos custos de *software* e hardware e a evolução das tecnologias de comunicação.

Graeml (2003) faz comparação entre os departamentos de uma empresa mostrando que a falta de informações trocadas entre eles pode gerar prejuízos, por exemplo, se o departamento de vendas comercializa um produto que a área de produção não está produzindo ou produtos que estejam prontos no estoque, mas que não são informados para área de marketing. Dentro das usinas a falta de comunicação entre os departamentos não pode ocorrer devido à grande dependência que existe entre os processos.

Naves e Santos, 2007, afirmam que as organizações estão passando por mudanças e precisam de estratégias bem definidas entre os negócios da empresa, TIC e da produção, tornando TIC ferramenta indispensável para aumentar a eficácia da organização.

Segundo Graeml (2003) os investimentos em TI realizados pelas organizações frequentemente são realizados com objetivo de manter as estratégias de negócio e dar flexibilidade para poder inserir produtos e serviços mais rapidamente e fazendo com que o nível de integração interna e com seu cliente e fornecedores seja maior, assim criando uma estrutura mais forte para vencer as rápidas mudanças do mercado mundial. Para Graeml (2003) existe somente três motivos para investimento em TI:

- Para fazer mais o que já se faz com maior rapidez e menor custo;
- Para fazer o mesmo que já se faz com melhor qualidade e menor custo;
- Para conseguir fazer algo que não se faz atualmente.

A ideia principal de realizar o investimento para o desenvolvimento do *software* e utilização dos dispositivos móveis, segue os motivos apresentados por Graeml (2003) onde a equipe de PCM juntamente com a equipe de TI pretendiam realizar os trabalhos com maior rapidez, menor custo e principalmente com melhor qualidade. Esta variável qualidade apresenta algum grau de subjetividade, que apresenta dificuldade para ser mensurado, pois não se tem como precisar o verdadeiro impacto da qualidade da informação nos resultados apresentados mesmo que a influência de tal melhoria possa ser percebida (GRAEML, 2003).

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é considerada um dos fatores de maior impacto na redução de custos de produção da cana-de-açúcar (NOVACANA, 2013), assim as usinas realizam grande investimento em infraestruturas ligadas a tecnologia da informação para manter os ERPs (*Enterprise Resource Planning*) funcionando perfeitamente. Os ERPs são *softwares* que gerenciam as informações desde o plantio, colheita, passando pela produção e armazenamento dos produtos, e também administram toda parte contábil, financeira e fiscal das usinas.

Além do investimento para manter os ERPs, as usinas estão cada vez mais buscando soluções dentro do âmbito de tecnologias da informação para reduzir custos na produção, no transporte e manutenção de máquinas e equipamentos, onde, analisando os processos de produção percebe-se que existem um grande volume de informações referentes, a qualidade de mudas a serem plantadas, ao solo e ao clima, que podem ser utilizados para melhorar a produção reduzindo custos e melhorando a qualidade dos produtos, tudo isso com a ajuda da TIC (NOVACANA, 2013).

2.4 Mobilidade Digital

O conceito de mobilidade surge com as redes ubíquas, ou seja, estar conectado a todo tempo e em qualquer lugar, que foi introduzido por Weiser (1991) que imaginou a substituição dos teclados, mouse e monitores por dispositivos computacionais de vários tamanhos e propósitos.

McGuire em seu livro sobre O Poder da Mobilidade (2007) faz uma observação sobre a Lei da Mobilidade, onde explica que o volume de qualquer processo produtivo ou serviço têm um aumento de ganho com a mobilidade.

Este aumento da produtividade ocorre por duas maneiras. A primeira, mais óbvia, é que se utilizando um equipamento com maior grau de mobilidade ele estará disponível para uso com maior frequência, estará sempre junto ao usuário, podendo estar ligado por uma rede sem fio e ser utilizado fora dos limites impostos pelos equipamentos que deve ser utilizado em casa ou na empresa (McGUIRE, 2007).

Como exemplo do que a mobilidade pode proporcionar aos usuários, McGuire (2007) cita uso das câmeras fotográficas dos celulares e *tablets*, que mesmo não tendo a qualidade de uma câmera fotográfica, estão cada vez mais sendo usadas pois estão sempre com o usuário em qualquer lugar e a qualquer momento, permitindo que possamos registrar momentos que antes eram perdidos.

Ainda conforme McGuire (2007), a segunda maneira na qual a mobilidade pode melhorar a produtividade, é que esta tecnologia é a primeira que mudou e está mudando sempre a forma de trabalhar dos usuários, que não depende mais de estar em um local específico, mas livre dos limites das organizações.

A mobilidade voltada para tecnologia da informação pode ser definida como a capacidade de receber e transmitir informações de qualquer lugar dentro ou fora das empresas, necessitando somente de utilizar uma rede tipo *wifi* ou tecnologia de celulares 3G/4G, possibilitando acessar dados necessários para tomadas de decisões a qualquer momento em qualquer lugar (McGUIRE, 2007).

As Tecnologias de Informação Móveis, advindas do termo *mobile*, tem como característica a portabilidade, isto é, a capacidade de se levar, para qualquer lugar, um dispositivo computacional, surgindo então o termo móvel (SACCOL; REINHARD, 2007). Já as Tecnologias de Informação sem fio, do inglês *wireless*, conforme Saccol e Reinhard (2007) são aquelas que envolvem o uso de dispositivos conectados a uma rede ou a outro aparelho via links de comunicação sem fio.

Uma série de questões relativas à sua criação, escolha, adaptação e efeitos de seu uso surgiu da necessidade de diversas empresas de utilizar tecnologias móveis e sem fio a fim de interagir com seus *stakeholders*. Esses dispositivos móveis, munidos de ferramentas diversas e de acesso à internet, conquistam espaço nos ambientes de trabalho, caracterizando a mobilidade (KALAKOTA; ROBINSON, 2002).

Convém ressaltar que os temas como tecnologia móvel, tecnologias sem fio (*wireless*), ubíquas, de comércio móvel (*m-Commerce*) e de negócios móveis (*m-Business*) são presença constante em debates a respeito de TI, vez que permitem às pessoas desenvolverem suas atividades em qualquer local ou horário específicos (SACCOL; REINHARD, 2007), a exemplo do que ocorre com equipes virtuais. Nota-se, portanto, que a mobilidade propicia impactos significativos nas organizações, sobretudo em razão do aumento no uso de dispositivos móveis como ferramentas organizacionais.

A mobilidade no mundo corporativo pode ser usada para redução de custos, melhora na produtividade e pode aumentar as oportunidades de negócio (MCGUIRE, 2007), pois com um dispositivo móvel em mãos pode-se desde enviar e receber e-mails até acessar sistema integrado de informações ou tirar e enviar fotos, enviando informações em poucos segundos.

A ideia de computadores portáteis, com telas *touchscreen* que possibilita a mobilidade da informação já existe há alguns anos, equipamentos como os *Pockets PCs*, *Palm*, que eram utilizados, mas tinha telas menores e não possuíam recursos avançados como os que surgiram com o lançamento do iPad da Apple em 2010. Com o sucesso dos *tablets*, criou-se um mercado competitivo de dispositivos com custos e acessibilidades viáveis aos processos

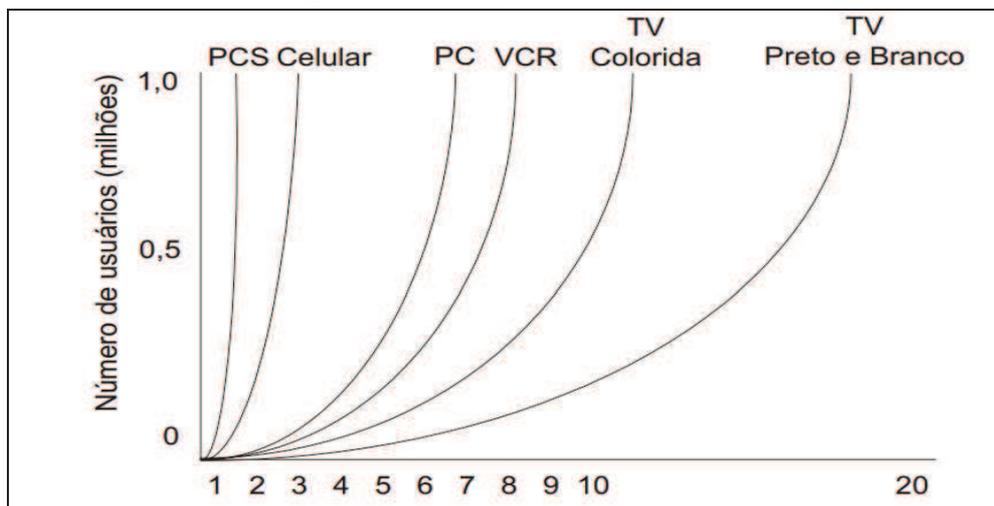
corporativos de forma mais incisiva. Isso impulsionou vários setores da economia a investirem no desenvolvimento de aplicativos próprios para que seus colaboradores passassem a utilizar *tablets* para os mais variados serviços. Estes aplicativos são desde apresentações de informações de venda de produtos contendo informações interativas à possibilidade de videoconferências com equipes de produção alocadas em um canteiro de obra (GIBBS, 2011).

No caso do Brasil, a privatização dos sistemas de telecomunicações ocorrida em 1990 teve como foco o uso doméstico, sendo que as soluções para o ambiente corporativo ganharam visibilidade apenas no início dos anos 2000, com aplicativos para automação de força de venda utilizando PDAs.

Segundo Crocker (2011) por volta de 85% da população mundial possui telefones celulares. Enquanto o mercado de *smartphones* também vem crescendo constantemente com a diminuição dos preços de tais dispositivos ao redor do mundo e a competitividade vem garantindo dispositivos cada vez mais acessíveis e amigáveis aos usuários.

Mateus e Loureiro (2004), apresentam um gráfico (figura 11) que mostra como foi rápida a aceitação da tecnologia dos celulares comparados com outros produtos de tecnologia como PC e Televisores.

Figura 10: Aceitação dos Celulares



Fonte: Mateus e Loureiro (2004)

Enquanto uma TV preta e branca levou quase vinte anos para atingir um milhão de usuários, os celulares atingiram um milhão de usuários em pouco mais de dois anos do seu lançamento.

Baseando-se em tais informações conclui-se que a funcionalidade de tais dispositivos

está aprovada e com grande número de usuários fica viável para empresas de qualquer porte encontrar mão de obra qualificada para utilização de *softwares* instalados em *tablets* ou *smartphones* para diversos processos de controles das informações.

Outra informação importante para que empresas busquem a implantação da tecnologia móvel foi a pesquisa apresentada por Wolf (2012), onde 4 em cada 5 empresas de tecnologia da informação atuais nos Estados Unidos dão suporte a tecnologias voltadas para dispositivos móveis, indicando que as empresas serão tomadas por processos auxiliados por dispositivos móveis nos próximos anos.

No entanto, vale lembrar da importância da internet para o desenvolvimento das tecnologias móveis. A internet tem grande impacto sobre os ambientes tanto social quanto empresarial, mudando a maneira de entender os recursos da informática, permitindo mais flexibilidade e tornando as informações disponíveis e utilizáveis (AKABANE, 2015).

O rápido desenvolvimento das tecnologias disponíveis na internet como o ambiente *World Wide Web* (www), um sistema de *hyperlinks* que simplificou a maneira de utilizá-la, possibilitou que tal tecnologia transformasse em um canal de publicidade, transações comerciais e distribuição de serviços de informação permitindo a redução de custos e estimulou o uso das plataformas de trabalho móvel na qual eliminou as barreiras criadas pela localização geográfica (AKABANE, 2015).

Podemos considerar que estamos em uma nova era, onde as empresas estão demonstrando interesse cada vez maior para a utilização de tecnologias móveis permitindo que a crescente força de trabalho móvel possa utilizar seus dispositivos móveis realizando tarefas como (AKABANE, 2015):

- Leitura: onde equipes de venda necessitam de informações sobre preço enquanto mecânicos de manutenção necessitam de informações sobre as rotas de trabalho.
- Criação: a equipe de venda gera pedidos com informações que serão utilizadas pelo departamento fiscal.
- Atualização: quando um mecânico de manutenção realiza tarefas de inspeção deve atualizar a lista de itens de verificação.
- Alerta: permite o rastreamento durante o deslocamento do trabalhador que realizará as atividades a ele atribuída.

A implantação da tecnologia móvel no mundo corporativo pode ter muitas aplicações, não só como um dispositivo de entrada das informações ou registros dos dados coletados no momento da manutenção dos equipamentos, mas pode ser um terminal de consulta de rotas de trabalho para cada encarregado de manutenção, consulta de estoque, previsão de paradas, entre outras informações.

2.4.1 Tecnologia 3G/WiFi

Tecnologia 3G refere-se à terceira geração das redes de comunicação celular que possibilita a transmissão simultânea de voz e dados em uma taxa de transmissão considerada alta, possibilitando o envio de e-mail, arquivos de som, imagem, vídeo entre outros.

As ERBs (Figura 10) são antenas, torres ou poste instalados pelas operadoras distribuídos pelos municípios, formando uma rede que possibilite a conexão dos celulares.

Figura 11: ERBs da operadora Vivo



Fonte: Vivo (2012)

A região onde estão instaladas as usinas conta com quatro operadores de telefônica móvel que disponibiliza rede 3G. Para o gerente de TI entrevistado, a operadora contratada possui o maior número de ERBs (Estações de Rádio Base) instalados na região permitindo que em mais de 80% da área tenha acesso a rede 3G.

Já a tecnologia *WiFi* utilizada no interior da planta industrial das usinas, trata-se de uma rede sem fio de baixo custo e fácil configuração e tem alcance, segundo informações dos fabricantes, de aproximadamente 150 metros do ponto de transmissão em ambientes abertos.

2.5 Qualidade da Informação

Com o surgimento de tecnologias que possibilitavam a comunicação de pessoas ou empresas que estivessem localizadas em qualquer lugar do mundo, o século XX terminou com uma grande transformação no cenário econômico, político e social. Segundo Castells (1999), foi uma revolução concentrada nas tecnologias da informação que modificou a base material da sociedade. Castells (1999) considera a revolução da informação uma transformação maior que a revolução industrial, que interferiu e interfere muito mais na nova economia, sociedade e cultura.

O grande número de informações disponíveis hoje nas organizações não significa que existe controle total de todos os processos. Tais informações podem estar em grande quantidade, porém, com pouca qualidade sendo incoerentes e desatualizadas. Possuir as tecnologias mais avançadas disponíveis no mercado e não dar condições para que o usuário faça o uso correto, pode tornar toda a informação em dados irrelevantes (CERRI; CAZARINI, 2004).

Na literatura podemos encontrar várias definições para qualidade da informação, onde podemos citar algumas como apoio para entendimento do assunto:

- É o ponto onde a informação tem as características de conteúdo, forma e tempo agregando valor para o utilizador (BRIEN, 1991).
- Característica da informação de atender as necessidades dos utilizadores (HUANG et al., 1999)
- Informação que é julgada como adequada pelos seu utilizador e que está em conformidade com as especificações (HUANG et al., 1999).

Outro ponto importante necessário para o entendimento de qualidade da informação é a definição de dados e informações onde usaremos o apresentado por Laundon e Laundon (2007), dados são sequências de fatos que ocorrem nas empresas que ainda não estão organizados e não tem relevância e não servem para serem utilizados com base de tomadas de decisão, já a informação pode ser considerada como a utilização dos dados que tenham passado por algum tipo de organização e que possa ser utilizado como base para tomadas de decisão. A informação pode ser vista como um conjunto de dados que foi apresentado de forma adequada e no tempo correto.

Segundo Strassmann (1996), muitos executivos de empresas confundem a informação em si com a tecnologia da informação que a proporciona. Na presente pesquisa a qualidade da informação refere-se à informação em si que vem da coleta dos dados que após passarem por algum tipo de processamento será transformada em informação e em conhecimento.

Nas décadas finais do século XX surgiram um grande número de sistemas de informação para coletar, armazenar e processar as informações dos mais variados setores das empresas. Davenport e Prusak (1998) destacam que, muitas empresas, se preocupam em possuírem sistemas sofisticados para a gestão de suas informações, mas não se preocupam em assegurar que as informações, ou seja os dados coletados, processados e disponibilizados sejam relevantes e atendam às necessidades dos processos.

A grande quantidade de dados e a pressão do mercado por soluções que apresente informações com qualidade, fez surgirem no fim da década de 1990, empresas que adotaram categorias baseadas nos processos de gestão da qualidade dos produtos produzidos nas indústrias para garantir a qualidade da informação (MATTIODA; FAVARETTO, 2009),

A falta de qualidade da informação em uma organização pode proporcionar impactos no negócio, devendo ser identificadas e solucionadas o mais breve possível. Informações com várias origens, utilização de julgamentos subjetivos, erros frequentes na produção da informação, além do seu armazenamento em grande quantidade são alguns dos fatores que influenciam a qualidade da informação (STRONG; LEE; WANG, 1997).

Com o advento da tecnologia da informação, onde o grande avanço no armazenamento de dados, o acúmulo exponencial da quantidade de informações disponíveis no último século, passamos a viver um problema que é o de selecionar no imenso estoque de informações atualmente existente, aquelas que têm qualidade e que são realmente pertinentes (OLETO, 2003).

Atribuem-se à qualidade da informação algumas dimensões ou atributos, tais como abrangência, acessibilidade, atualidade, confiabilidade, objetividade, precisão e validade (OLETO, 2003), atributos que pretende-se atingir, após a implantação do sistema de ordens de serviço em dispositivos móveis.

Segundo Favaretto (2007) o processo de controle da produção é responsável por coletar e registrar dados em grande volume. Esta grande quantidade de informação é a base para tomada de decisões que, dependendo da qualidade de tais informações, pode trazer prejuízos para produção.

Quando a informação apresenta qualidade, a empresa pode utiliza-la como diferencial destacando-se da concorrência, pois utiliza a informação com maior rapidez e segurança de que os resultados apresentados estão corretos. Porém, quando os dados não possuem qualidade, um problema maior que o custo direto ocorre dentro das empresas que é o descrédito da informação apresentada (MATTIODA; FAVORETO, 2009). Esta falta de confiança nas informações leva os envolvidos a não utilizar os processos corretamente por não acreditarem nos resultados e ainda gera a necessidade de retrabalho na conferência nas informações coletadas.

Tendo em vista os autores citados, se melhorarmos as entradas de dados utilizando outras maneiras além de anotações em papel, como a utilização de *Tablets* e *Smartphones* na coleta e consulta a dados, podemos gerar informações com melhor qualidade e confiabilidade.

2.5.1 Qualidade da Informação e suas dimensões

O quadro 3 adaptado de Wang, Ziad e Lee (2000), Strong e Wang (2002), Lee et al. (2002) e Pipino, Lee e Wang (2002) apresenta as categorias, dimensões que foram usadas para explicar os resultados desta pesquisa.

Quadro 3: Categorias, dimensões e definições da Qualidade da Informação

Categoria	Dimensão	Definição
Intrínseca	Precisão	Quanto a informação é correta e confiável.
	Credibilidade	Quanto a informação é considerada como verdadeira.
	Objetividade	Quanto a informação é imparcial.
	Reputação	Quanto a informação é altamente considerada em termos de sua origem.
Acessibilidade	Acessibilidade	Quanto a informação está disponível facilmente e rapidamente recuperada.
	Segurança no Acesso	Quanto o acesso a informação é restrito.
Contextual	Integridade	Quanto a informação é suficiente para executar a tarefa.
	Quantidade Adequada	Quanto o volume da informação é apropriado para a tarefa ser executada.
	Relevância	Quanto a informação é aplicável e útil.
	Valor agregado	Quanto a informação proporciona vantagens por seu uso.
Representatividade	Facilidade de entendimento	Quanto a informação é facilmente compreendida.
	Consistente	Quanto a informação é apresentada em um mesmo formato.

Fonte: Adaptado de Wang, Ziad e Lee (2000), Strong e Wang (2002), Lee et al. (2002), Pipino, Lee e Wang (2002)

Segundo Pipino, Lee e Yang (2002), tais dimensões são utilizadas como forma de mensurar a qualidade da informação, pois, para os autores, a análise da qualidade nas empresas passa pela observação das percepções subjetivas dos envolvidos e o contexto no qual tais informações estão inseridas, dificultando a precisão dos resultados.

2.6 *Software* de coleta de dados

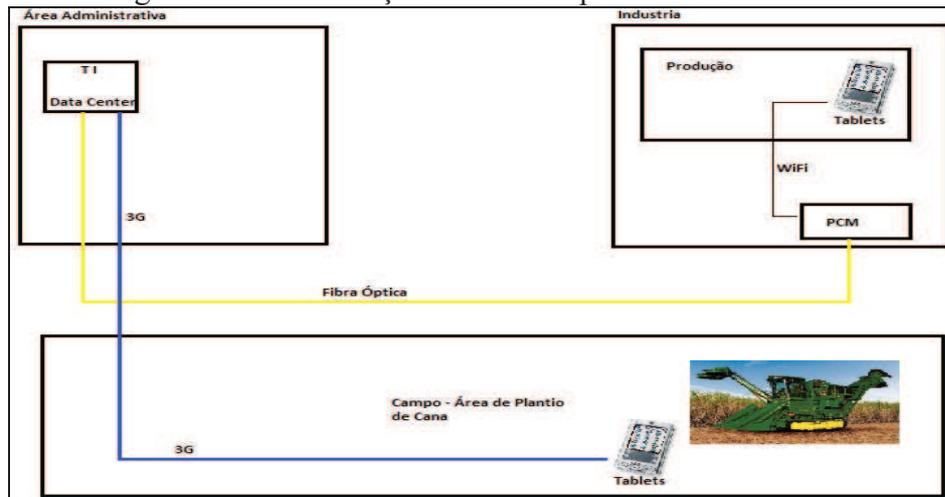
O *software* para coleta de dados foi desenvolvido por uma empresa de desenvolvimento de *software* do interior de São Paulo em parceria com a equipe de TI e de PCM das usinas pesquisadas e tem como objetivo aumentar a velocidade de atualização, a qualidade e a rastreabilidade dos dados que estão sendo gerados e o quão rápido são tratados para atender a demanda.

Desenvolvido em *Java Development Kit* (JDK), *Android Software Development Kit* (SDK) (Google) e *Eclipse Integrated Development Environment* (IDE), o *software* é executando em dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets* com sistema operacional *Android*, que é um sistema operacional *Open Source*, onde o código fonte é aberto, permitindo que desenvolvedores autônomos ou empresas possam alterar suas funcionalidades e tem como base o *kernel* do sistema operacional Linux.

O *Android*, apesar de ser baseado no Linux tem poucas características comuns ao Linux convencional encontrado em computadores. Desenvolvido pela *Google* o *Android* possui componentes que permite exibir e manipular mapas do *Google Maps* entre outras funcionalidades desenvolvida pela *Google*.

Com evolução dos *Smartphones* e *Tablets* que utilizam o sistema operacional *Android*, pode-se encontrar no mercado modelos com capacidade de processamento praticamente igual a de um computador pessoal de mesa, oferecendo bom desempenho no processamento das informações, utilização de um banco de dados próprio, capacidade de armazenamento e ainda conectividade, tanto com *WIFI* como conexão 3G/4G como é apresentado na figura 12. Além das vantagens citadas, o valor dos equipamentos está cada vez mais baixo comparado com *note books* ou PCs.

Figura 12: Comunicação entre os dispositivos e servidores



Fonte: Pelicano e Neves (2015)

Devido à dificuldade de manipulação dos componentes de conexão com o banco de dados através do *Java Database Connectivity* (JDBC), dificuldade apresentada também no trabalho de Bankosz e Kerins (2014), optou-se por fazer a transferência dos dados por meio de um servidor de arquivo utilizando *File Transfer Protocol* (FTP), que é um protocolo simples usado para transferência de arquivo por meio de redes TCP/IP ou Internet. Após a transmissão, os dados são armazenados em uma base de dados no dispositivo móvel que pode ser utilizado por meio do SQLite nos momentos que o dispositivo está sem conexão com o banco de dados.

As ordens de serviço são geradas baseado em planejamento da equipe de PCM seguindo histórico das manutenções realizadas e quando solicitado melhorias, ou ainda, em casos de emergência de parada não programada, as ordens de serviço também são geradas pela equipe de PCM. No caso de veículos, as ordens são abertas pelo responsável do setor de oficina, seguindo históricos, porém, em tal departamento, as ordens são em maior número abertas por motivos de quebra sem planejamento.

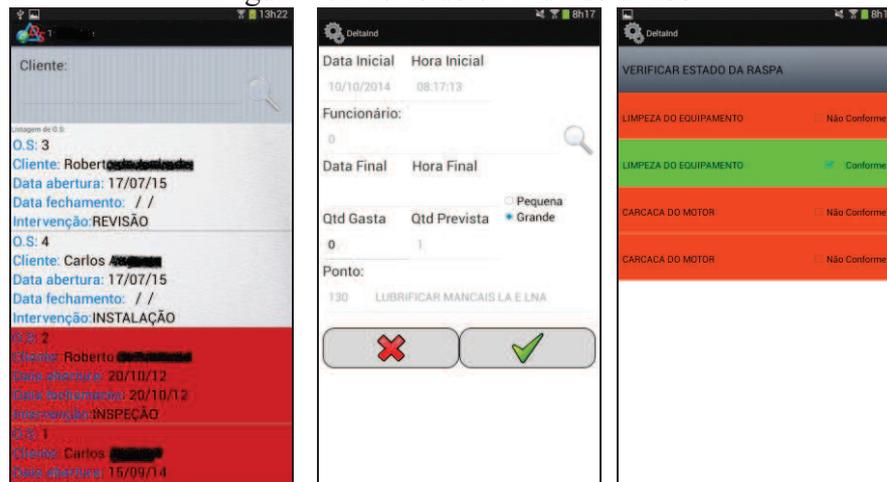
Ao iniciar o turno, o mecânico responsável de cada serviço de manutenção inicializa a atualização do dispositivo móvel utilizando WIFI ou 3G dependendo da sua localização. Nesta atualização o mecânico recebe informações do serviço a ser realizado onde consta rota de trabalho a ser seguido no turno de trabalho, valores como quantidade de óleo a ser utilizado, parâmetros de leitura de vibração de equipamentos, entre outras. Todas as informações são validadas verificando se o mecânico deixou algum campo sem preenchimento ou com valor fora do parâmetro pré-definido

Após a atualização, os mecânicos iniciam o trabalho de coleta de dados dos *check list*,

lubrificação e manutenção de máquinas, equipamentos e veículos. Ao encerrar o serviço o *software* gera outro arquivo do tipo texto que é enviado para o servidor FTP atualizando os dados coletados no ERP sem a necessidade de gerar documento impresso e digitação posterior.

A figura 13 apresenta algumas das telas do *software* que os mecânicos utilizam para a digitação dos dados que serão enviados ao servidor.

Figura 13: Telas de entrada de dados



Fontes: Elaborado pelo autor

Os valores digitados nas telas são armazenados em um banco de dados utilizado no *Android*, o *SQLite*, assim a coleta de dados pode ser realizada a qualquer momento independente de conexão com wifi ou 3G. Estes dados podem ser recuperados com rapidez e podem ser utilizados para auxiliar a rotina de trabalho dos mecânicos.

Outra característica que o *software* apresenta é a possibilidade de, juntamente com as informações dos serviços a serem realizados, o mecânico pode acessar desenhos técnicos ou ainda informações como os manuais entregues pelos fornecedores do equipamento onde serão realizados os serviços.

3 MÉTODO

Neste capítulo é apresentado o método aplicado neste trabalho e os procedimentos ligados a pesquisa com a finalidade de apontar os benefícios do uso de *softwares* embarcados em dispositivos móveis relativos a velocidade, qualidade das informações, rastreabilidade e custos. Fazendo do uso de entrevista semiestruturada, este trabalho está pautado pela pesquisa qualitativa.

A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, que para Godoy (1995) é um exame detalhado de uma situação, sem a preocupação de enumerar ou medir os eventos e nem sempre apresenta resultados estatísticos da análise. A pesquisa qualitativa apresenta seus resultados baseados em dados descritivos dos envolvidos e por meio de contato direto do pesquisador com o problema estudado.

O método qualitativo não pretende numerar ou medir unidades e se utiliza de questionamentos, equacionando o objeto de pesquisa que faz parte de uma totalidade contextual (TEIXEIRA; PACHECO, 2005).

Para Godoy (1995), Teixeira e Pacheco (2005), o método qualitativo possui cinco características básicas:

- Tem como fonte direta de dados o ambiente natural e como principal instrumento o próprio pesquisador;
- Os dados coletados são, na maior parte, relatos de pessoas sobre situações e acontecimentos;
- O processo tem maior atenção que o produto;
- Tenta-se capturar o ponto de vista dos envolvidos sobre o objeto pesquisado;
- A análise dos dados tenta seguir um processo indutivo.

Para explorar o problema de pesquisa utiliza-se um estudo de caso, que para Yin (2010) é um método de pesquisa que inclui procedimentos que podem comprovar e validar outros métodos de pesquisa.

Como principais benefícios da condução de um estudo de caso, Souza (2005) cita a possibilidade do desenvolvimento de nova teoria e o aumento do entendimento sobre eventos

e ainda existe a possibilidade de desenvolvimento de novos conceitos de operação e engenharia de produção.

Nesta pesquisa, utilizando o método de estudo de caso, pode-se explorar os pontos positivos e negativos da adoção das tecnologias móveis para apontamento dos serviços referentes à manutenção de máquinas e equipamentos de um grupo de usinas, onde houve a possibilidade de estudar o processo antes e depois da implantação do *software* embarcado em dispositivos móveis e para embasar o estudo de caso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, no qual foi possível localizar artigos relacionados ao assunto que foram utilizados para elaboração dos questionários e apresentação dos resultados finais da pesquisa.

3.1 Protocolo do estudo de caso

Após pesquisa bibliográfica foram realizadas entrevistas semiestruturada com usuários do sistema de coleta de dados instalados nos dispositivos móveis, gestores dos departamentos ligados à manutenção, produção e TI, conforme quadro 4.

A escolha dos entrevistados levou em consideração a necessidade de compreender, o processo de coleta de dados e como o *software* estava auxiliando em tal processo. Para isso foram selecionados os mecânicos responsáveis pela coleta dos dados e o supervisor e o auxiliar de PCM, que complementaram as informações referente as ordens de serviço após a finalização das manutenções realizadas.

Já a equipe de TI e desenvolvedores, foram entrevistados para levantamento dos dados necessários para que o *software* fosse padronizado e que as informações enviadas por ele pudessem ser transformadas em relatórios e conhecimento para a equipe de PCM utilizarem em momentos de tomadas de decisões.

O supervisor de TI teve um papel fundamental no levantamento de custos do projeto, pois era responsável por avaliação e aprovação das solicitações de compra de equipamentos e alterações no projeto. Na implantação do *software* em dispositivos móveis, tanto a compra de equipamentos, tanto o desenvolvimento do *software*, eram aprovados pelo supervisor de TI, que já tinha autorização da diretoria para realização do projeto.

Quadro 4: Quadro dos entrevistados

Cargo/Função	Atividade	Relacionamento com o <i>software</i>
Mecânico	Executa Lubrificação de máquinas e equipamentos.	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no <i>tablet</i> referentes a lubrificação.
Mecânico	Executa Lubrificação de máquinas e equipamentos.	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no <i>tablet</i> referentes a lubrificação.
Mecânico	Executa reparos em máquinas e equipamentos.	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no <i>tablet</i> referente manutenção corretiva/preventiva.
Mecânico	Executa reparos em máquinas e equipamentos.	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no <i>tablet</i> referente manutenção corretiva/preventiva.
Mecânico	Verifica itens como vibração, temperatura, necessidade de troca de peça.	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no tablete referente ao <i>check-list</i> .
Eletricista	Verifica itens referentes a painéis de indicadores, equipamentos elétricos	Utiliza diretamente o <i>software</i> lançando os dados no tablete referente ao <i>check-list</i> dos equipamentos elétricos.
Supervisor de TI	Gestão de sistemas, banco de dados e infraestrutura.	Responsável pela integração da equipe interna e da empresa desenvolvedora do sistema.
Analista de Rede e Suporte	Dá suporte a usuários dos sistemas e administra servidores e equipamentos de rede.	Disponibilizar servidores e acesso a rede interna e contrato de pacote de dados 3G. Instalação do <i>software</i> nos <i>tablets</i> .
Analista de Sistema	Analisar os requisitos e regras de negócio, planejar o desenvolvimento de <i>softwares</i>	Responsável pela interpretação e transferência dos requisitos para os analistas desenvolvedores codificarem o <i>software</i> .
Analista Desenvolvedor	Codificar em linguagem Java os projetos para desenvolvimento de <i>softwares</i>	Responsável pela codificação e desenvolvimento de telas e funções do <i>software</i> instalado nos <i>tablets</i> .
Supervisor de PCM	Gestão da manutenção de máquinas e equipamentos	Idealizador do projeto e responsável pela transferência do conhecimento do processo para o desenvolvimento do sistema.
Auxiliar de PCM	Auxilia no planejamento e abertura das Ordens de Serviço referentes a manutenção	Encarregado de abrir as Ordens de Serviço que são enviadas para os <i>tablets</i> dos mecânicos.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Utilizou-se questionário semiestruturado como ferramental para a pesquisa, que possibilitou que os envolvidos no processo respondessem de maneira mais abrangente, permitindo assimilar melhor a experiência de cada um. O Quadro 5 traz as perguntas do questionário que foi customizado para as características de cada usina estudada.

Quadro 5: Questões do questionário das entrevistas

	Utiliza o <i>software</i> de coleta de dados nos dispositivos móveis.	Pretende implantar até fim de 2015.
Questões do Estudo de Caso	Qual era a expectativa da utilização do <i>software</i> ?	Qual é a expectativa para utilização do <i>software</i> ?
	Qual a perspectiva de benefícios com a implantação do <i>software</i> referente a custo?	Qual a perspectiva de benefícios com a implantação do <i>software</i> referente a custo?
	Houve treinamento para utilização do <i>Software</i> ?	
	O treinamento foi suficiente?	
	Qual o tempo de lançamento dos dados nas O.S. impressas?	Qual o tempo de lançamento dos dados nas O.S. impressas?
	Quais as dificuldades de recuperar a informação sem a utilização do <i>software</i> ?	Quais as dificuldades de recuperar a informação sem a utilização do <i>software</i> ?
	Qual o tempo de lançamento dos dados no <i>software</i> ?	
	Houve resistência da equipe de manutenção no uso do <i>software</i> ?	
	Qual o grau de dificuldade encontrada na utilização do <i>software</i> ?	
	Quais as dificuldades encontradas na implantação do <i>software</i> ?	
	Qual o grau de confiança nos dados coletados sem o <i>software</i> ?	Qual o grau de confiança nos dados coletados sem o <i>software</i> ?
	Qual o grau de confiança nos dados coletados com a utilização do <i>software</i> ?	

Fonte: Elaborado pelo autor

O estudo de caso foi realizado em um grupo empresarial que possui duas usinas de açúcar e etanol, onde a usina (A), mais antiga, implantou o *software* em dispositivos móveis e a segunda usina (B) ainda mantém o apontamento em ordens de serviço impressas e não inicializaram o processo para implantar o *software*.

As usinas estão inseridas na macrorregião de São José do Rio Preto no interior de São Paulo com a produção aproximada de 3.5 milhões de toneladas de cana de açúcar e o número de funcionários varia conforme a época do ano. Em tempos de safra, que vai de março a dezembro, período onde a moagem da cana e a produção de etanol e açúcar é realizada, a empresa conta com aproximadamente 2000 funcionários.

As usinas estudadas possuem um ERP desenvolvido por uma empresa especializada no setor sucroenergético utilizando banco de dados Oracle e contam com *softwares* desenvolvidos por terceiros para realizar análises diversas, apontamento de horas trabalhadas bem como o *software* analisado neste trabalho, no qual tem a função de coletar e lançar dados referentes as ordens de serviço de manutenções.

Além do ERP e do *software* instalado nos dispositivos móveis desenvolvido para auxiliar na coleta dos dados, as usinas contam com infraestrutura de comunicação possuindo redes sem fio nos pontos onde o ambiente permite instalação de roteadores e nas áreas onde isso não é possível utiliza a rede 3G que segundo o gerente de TI a operadora de telefonia celular contratada oferece cobertura de aproximadamente 80% da área necessária, que para ele viabiliza a implantação do projeto de mobilidade, pois os mecânicos que realizam a manutenção dos veículos fora do alcance da rede 3G podem manter as informações armazenadas no próprio dispositivo e assim que entrem na área de cobertura, os dados são enviados para base de dados.

3.2 Levantamento dos dados pesquisados

Com o início do projeto de implantação do *software* de coleta de dados nos dispositivos móveis, surgiu a necessidade de comprovar se o investimento seria viável e com isso continuar o projeto na usina B além do início de novos projetos.

O levantamento dos dados referentes ao tempo gasto e a maneira que os apontamentos eram realizados, iniciou-se juntamente com o processo de análise dos requisitos para o

desenvolvimento do *software* pela empresa terceirizada contratada.

Este levantamento foi realizado pela equipe de PCM e empresa de desenvolvimento do *software* em janeiro de 2013 e finalizado em maio de 2013 e resultou nos primeiros valores que serviram de comparação para próxima fase.

No início de outubro de 2013 iniciou-se treinamento e utilização do *software*. A coleta dos dados e as entrevistas semiestruturadas iniciaram em julho de 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa estudada conta com grande número de máquinas, veículos e equipamentos que necessitam em sua grande maioria operar em regime 24/7 durante o período de safra, com isso a realização da manutenção preventiva é intensa e a necessidade da coleta de dados gera um grande número de informações, já no período de entressafra o número de OS aumenta pois é neste período que as manutenções corretivas e a aplicação de melhorias são realizadas.

A coleta de dados é realizada para ordens de serviços referentes a lubrificação, *check-list* onde são feitas verificações de vibração de máquinas, temperatura de equipamentos, verificações de funcionamento correto dos equipamentos, funcionamento de painéis e quanto necessário a realização de trocas de peças, tais manutenções são realizadas em caldeiras, turbinas, redutores, centrífuga de açúcar entre outras, todas distribuídas em uma grande área geográfica e em alguns casos em área de grande dificuldade de acesso. O quadro 6 apresenta quantidade de máquinas, equipamentos e veículos que passam por manutenção.

Quadro 6: Quantidade de Máquinas, Equipamentos e Veículos

Máquinas, Equipamentos e Veículos	Quantidade
Colheitadeiras de cana (diversas marcas)	30
Caminhões, veículos pequenos e tratores	150
Turbinas de geração de energia elétrica	2
Redutores das turbinas	2
Geradores de Energia Elétrica	2
Painéis elétricos	Diversos
Centrifugas de Açúcar	8
Moendas	8
Caldeiras	2
Esteiras Transportadoras	8

Fonte: Elaborado pelo Autor

O processo antes da implantação do *software* na usina (A) era realizado com apontamento dos dados em ordens de serviços impressas em papel conforme figura 14 e após o apontamento eram enviadas para o departamento responsável onde era realizada a digitação das ordens de serviço no ERP da empresa e arquivamento das mesmas.

Figura 14: Apontamento antes da utilização do *software*

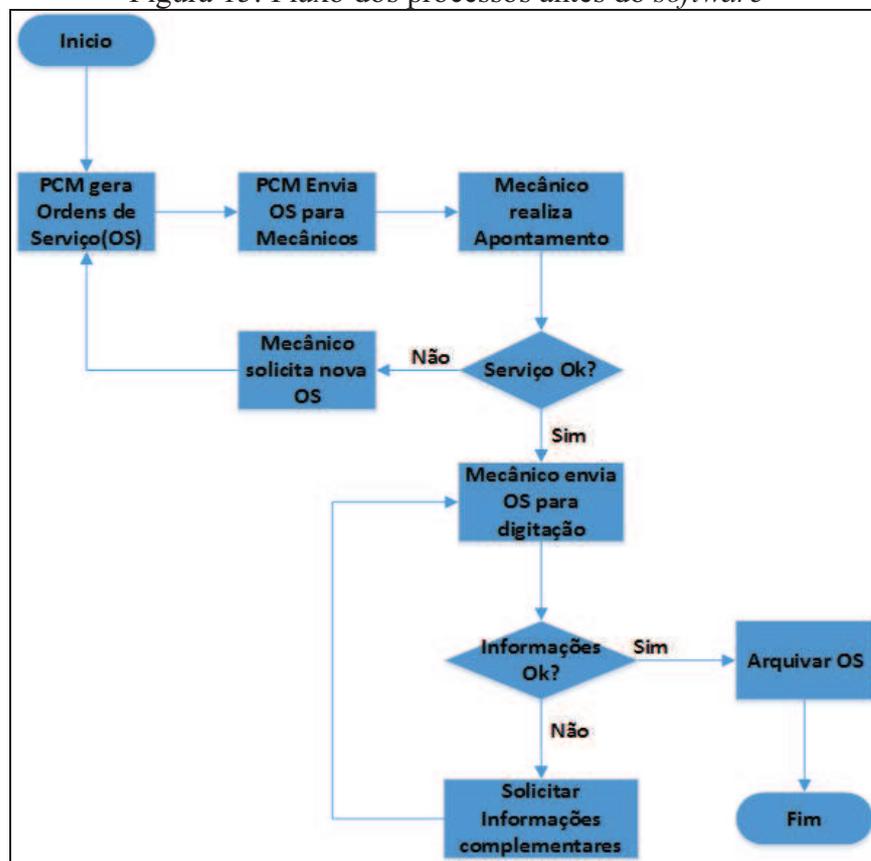


Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme a programação de verificação e manutenção das máquinas, previamente estabelecida pela equipe de planejamento, o responsável imprimia as ordens de serviços que eram entregues aos mecânicos responsáveis pela manutenção. Estes iniciavam o trabalho fazendo as anotações necessárias.

A figura 15 apresenta a sequência de trabalhos sem a utilização do *software* instalado nos *tablets*.

Figura 15: Fluxo dos processos antes do *software*



Fonte: Elaborado pelo Autor

Com termino do turno os mecânicos retornavam para o departamento de planejamento, onde as ordens serviços seriam digitadas.

A informação coletada pelos mecânicos seria lançada no sistema com pelo menos um dia de atraso pois a entrega era feita somente ao fim da jornada de trabalho do mecânico responsável.

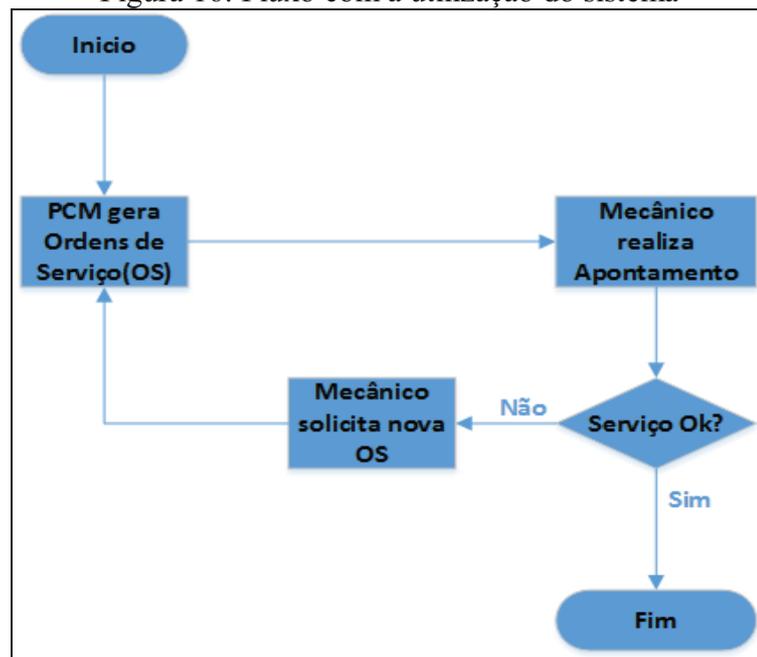
Além de gerar retrabalho das atividades de lançamento dos dados a probabilidade de erro também é maior, pois os dados lançados no papel não passam por validação como hora de abertura e fechamento da ordem de serviço, qual o serviço a ser realizado, limite de valor para cada dado lançado, qual a sequência necessária da realização dos serviços.

Outro problema encontrado era a perda da informação, pois existia o extravio das ordens antes do lançamento no ERP, ocasionando atrasos no fechamento das ordens de serviço.

4.1 Implantação do *Software*

Após a implantação do *software* de coleta de dados, houve a alteração no fluxo de trabalho referente a coleta de dados das ordens de serviço como pode ser visto na figura 16.

Figura 16: Fluxo com a utilização do sistema



Fontes: Elaborado pelo Autor

Comparando com o fluxo apresentado na figura 15, foram retirados os processos de envio da OS impressa para o mecânico, o processo de envio da OS para digitação após finalizados os apontamentos e os processos de solicitação de novas informações nos casos em que o preenchimento estava incorreto além do processo de arquivamento.

A implantação do *software* não trouxe somente agilidade na coleta de dados, mas pode trazer novas funcionalidades tais como histórico das manutenções realizadas nas máquinas e equipamentos que serão vistoriados, permitindo que o mecânico responsável possa verificar valores anteriores podendo traçar uma ação mais consistente e segura para a manutenção.

4.2 Qualidade da informação gerada pela implantação de TI

Para a equipe de PCM a aceitação do uso dos dispositivos móveis pelos mecânicos era questão que poderia prejudicar a implantação do *software*, no entanto, conforme pode ser visto na figura 17, não houve reprovação por parte dos mecânicos e foram encontrados poucos pontos de dificuldade.

Figura 17: Gráfico da Aceitação pelos Funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor

Um dos motivos que levou a implantação do sistema foi a necessidade de buscar maneiras para que os dados coletados se transformassem em informação de qualidade, que pudesse ser utilizada como apoio a tomadas de decisões estratégicas da equipe responsável pela manutenção.

O processo de coleta dos dados das ordens de serviços geralmente é realizado em locais insalubres dentro da unidade fabril das usinas ou, quando realizada em veículos e implementos, é realizado no campo fora da área de cobertura da rede de comunicação das usinas, tornando inviável a implantação de computadores para digitação.

Quando os dados não possuem qualidade, o descrédito da informação é um problema maior que os custos diretos (MATTIODA; FAVORETTO, 2009). Era o que ocorria quando o lançamento era realizado na OS impressa. A informação não era confiável devido a maneira de escrita de cada mecânico ser diferente. A falta de iluminação adequada em determinados locais dificultava a anotação e o problema principal apontado pela equipe de TI era a não validação no momento das anotações, gerando dados incorretos. Tais validações foram consideradas importantes, pois não permitia a digitação de valores incorretos de data e hora inicial, data e hora final, tipos de serviços realizados que, com a utilização do *software* são padronizados.

A etapa de anotações gerava muito retrabalho causado pelo preenchimento incorreto das ordens impressas e para a equipe de TI aumentava o custo de processamento dos dados coletados e até mesmo a não utilização dos relatórios gerados por falta de confiança nas informações apresentadas.

Com a utilização do *software*, os dados recebem uma validação garantindo uma qualidade que permita que o usuário tenha confiança na utilizados das informações processadas no ERP da empresa.

Baseado nas entrevistas com o gerente de TI e do supervisor de PCM, conclui-se que a qualidade das informações coletadas pelos dispositivos móveis é superior as informações coletadas utilizando as ordens de serviço impressa e ainda levando em consideração as dimensões da qualidade da informação apresentada no quadro 3, o benefício do uso das tecnologias móveis referentes a qualidade pode ser confirmado conforme apresentado no quadro 7.

Quadro 7: Dimensões da Qualidade da Informação

Dimensões	Definições
Acessibilidade	O Mecânico tem acesso rápido para consulta e coleta.
Quantidade de Informação	O Mecânico tem a informação necessária para a coleta podendo verificar a rota, os itens a serem verificados.
Veracidade	Os dados são validados no momento da coleta não permitindo a entrada de dados inválidos.
Completa	A OS não é encerrada enquanto todos os dados não forem digitados.
Consistência	O mecânico lança os dados referentes à manutenção baseado em padrões preestabelecidos criando um mesmo formato.
Recente	A informação é enviada a base de dados logo que finalizada não tendo que aguardar o período de digitação.
Entendimento	Os dados são lançados seguindo padrão preestabelecido em dispositivo móvel, não há a necessidade de interpretação da escrita de cada mecânico.

Fonte: Elaborado pelo Autor

As dimensões atendem as expectativas dos usuários e responsáveis pelo projeto no que diz respeito a qualidade, pois a informação apresentada pelo sistema está completa, consistentes e de fácil entendimento.

4.3 Rastreabilidade

Segundo a ABNT NBR ISO 9000:2005, rastreabilidade é a capacidade de recuperar histórico, a aplicação ou a localização daquilo que está sendo considerado. Para Machado (2000) rastreabilidade, termo com conceito amplo, é a capacidade de traçar o caminho que um produto percorre do início ao fim de sua produção, este conceito tem sido aplicado pela área de tecnologia da informação como forma de identificar a origem da informação, possibilitando uma melhora significativa na qualidade dos dados para aumentar a confiabilidade das informações coletadas.

A rastreabilidade das informações, quer dizer, a localização da origem dos dados, segundo a equipe de PCM, era possível ser realizada mesmo quando anotada nas ordens de serviços impressas, porém com uma dificuldade muito maior, pois as ordens eram armazenadas em arquivos, geralmente em lotes separados por datas sem possibilidade de

ordenar por nome do responsável da manutenção ou qual serviço foi realizado e quando surgia a necessidade de localização de alguma ordem de serviço, a procura era feita OS por OS até a localização do documento solicitado.

Com a utilização do *software* em dispositivos moveis, a rastreabilidade é realizada com muito mais rapidez, pois os dados estão organizados por data, hora, mecânico responsável, serviço realizado, não havendo a necessidade de busca manual nos arquivos.

4.4 Velocidade

O termo velocidade, no presente estudo, não está relacionada a velocidade de processadores ou velocidade de transmissão de dados, mas sim a velocidade que as informações são geradas e a velocidade que as informações são tratadas e podem ser consultadas pelos responsáveis. O menor tempo gasto no lançamento dos dados no sistema, influencia diretamente na qualidade da informação, pois quanto maior o tempo para lançamento, maior o número de detalhe do serviço realizado era perdido, devido a erros de preenchimento, má interpretação da escrita e falta de lançamento de valores necessários.

Com o fim do papel e do apontamento manual, a informação circula com mais rapidez entre PCM e o mecânico, o envio de ordens de serviço é imediato após a abertura no ERP sem a necessidade do mecânico ou de um auxiliar transportar a OS.

Os dados gerados pelas anotações das ordens de serviço eram lançados no ERP em média até dois dias. Foram encontrados casos que ordens de serviços levaram até cinco dias para serem lançadas. Com a implantação do sistema, quando em condições normais, quer dizer, quando não havia problemas com conexão wifi ou 3G, as informações estavam disponíveis em minutos e em condições extremas que a necessidade de utilização de comunicação 3G/4G poderia estar sem alcance, as informações seriam atualizadas até o fim do turno do mecânico responsável.

4.5 Resultados financeiros

Quando se tratando dos benefícios proporcionados pela TI, Graeml (1998), considera que tais benefícios podem ser separados em dois tipos:

- Benefícios diretos, geralmente de curto prazo e apresentam menor impacto na competitividade da empresa e que apresenta maior facilidade de ser mensurável.
- Benefícios intangíveis, geralmente de longo prazo e estão associados à estratégia competitiva das organizações.

Desta forma, para realizar o cálculo dos custos envolvidos na implantação do *software*, não podemos levar em consideração somente resultados ligados aos benefícios diretos como redução de gastos com mão de obra ou gastos com emissão de ordens de serviços impressas, mas também considerar os resultados ligados aos benefícios intangíveis como a velocidade que as informações poderão ser acessadas para facilitar a tomada de decisão. Este tipo de benefício apresenta grande dificuldade de ser mensurado.

Dutta (2009) utiliza modelos mentais como *Causal Loop Diagram*, pois considera que a comprovação dos benefícios de TI utilizando métodos de avaliação financeira tradicionais como Retorno de Investimento (ROI) ou Taxa Interna de Retorno (IRR) que utilizam como base os valores investidos nos projetos não apresentam realmente os benefícios de um projeto de TI, desconsiderando variáveis importantes que são intangíveis.

A variável de custo, para área administrativa e PCM era uma preocupação pois envolvia a compra de *tablets*, disponibilizar recursos de servidores, compra do *software*, disponibilizar acesso a rede wifi e aquisição de pacotes de dados 3G/4G para mecânicos externos a área industrial além do difícil cálculo da redução de custo.

Para a equipe de TI o custo não foi um dos itens mais preocupantes, pois consideravam o tempo de dois ou mais funcionários da equipe de PCM digitando as ordens de serviços anotadas pelos mecânicos, serviço que era considerado retrabalho pela equipe de TI que calculava a hora de trabalhado de cada funcionário mostrando que os custos dos equipamentos eram menores que horas de serviço e encargos de cada funcionário envolvido no processo.

Os quadros 8 e 9 apresentam os custos para lançamento dos dados sem a utilização do *software* e após a utilização do *software*.

Quadro 8: Custo do tempo do lançamento dos dados OS Impressa

Descrição Atividade	Custo US\$ (minutos)	Tempo médio Individual (minutos)	Total US\$
Geração da OS pelo PCM	0,09	3	0,27
Apontamento do mecânico na OS impressa.	0,16	2	0,32
Digitação das OS no sistema	0,16	4	0,64
Tempo de locomoção do mecânico do PCM até área de Manutenção (Interno)	0,16	5	0,80
Total		14	2,03

Fonte: Pelicano e Neves (2015)

Quadro 9: Custo do tempo do lançamento dos dados no *Tablet*

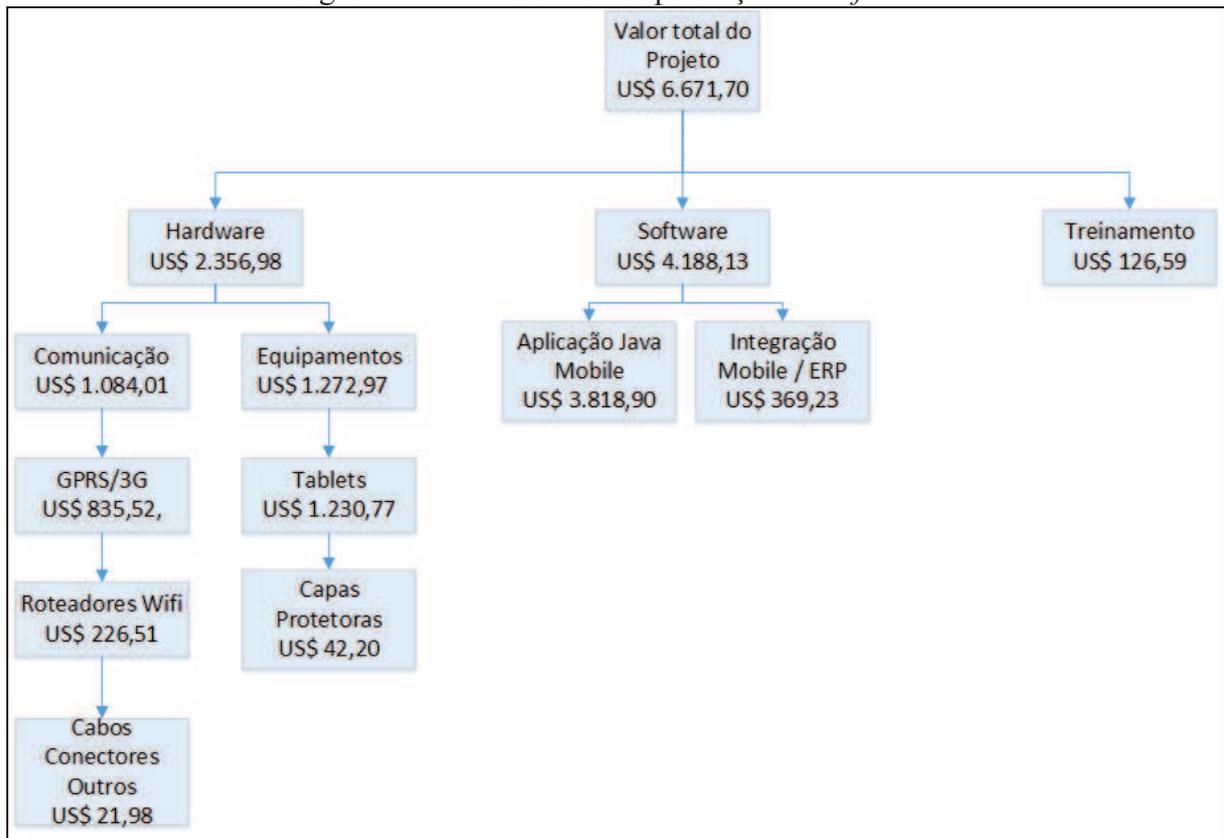
Descrição Atividade	Custo US\$ (minutos)	Tempo médio Individual (minutos)	Total US\$
Geração da OS pelo PCM	0,09	3	0,27
Apontamento do mecânico direto no <i>Tablet</i>	0,16	2	0,32
Total		5	0,59

Fonte: Pelicano e Neves (2015)

O levantamento apresentado não considera o tempo de digitação das ordens que foram extraviadas e tiveram a necessidade de serem refeitas.

Referente a custo, foi realizado levantamento do investimento que envolveu a compra de *tablets*, roteadores, cabeamento e conectores além de acessórios de proteção dos aparelhos e o custo de desenvolvimento do *software*.

A figura 18 mostra os valores dos contratos dos equipamentos e serviços em um prazo de 24 meses convertidos em dólar (US\$) com base na cotação do dia 02 de junho de 2014.

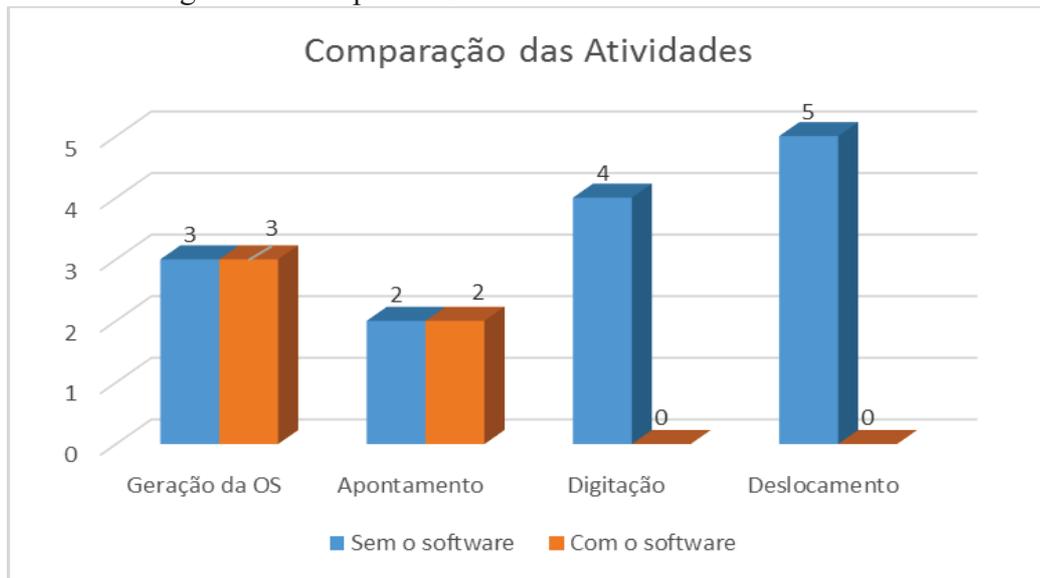
Figura 18: Investimos na implantação do *software*

Fonte: Pelicano e Neves (2015)

Com a implantação do *software* as atividades de digitação e de locomoção foram eliminadas gerando a redução de horas de trabalho envolvidas gerando redução de custo. Estes números são apresentados na figura 19 que demonstra a redução em minutos para cada ordem de serviço.

Os números de ordens de serviço variam de acordo com o período de safra e entressafra. No período de safra a média de ordem de serviço é de 150 ordens por mês e no período de entressafra o número de ordens pode ultrapassar 800 ordens por mês, assim considerando o número de ordens de serviço abertas no período de safra e entressafra os gastos com mão de obra no apontamento manual eram de US\$ 7.612,50 por ano, após a implantação do *software* os gastos com mão de obra para realizar o mesmo apontamento no dispositivo móvel, foram de US\$ 2.212,50 por ano apresentando redução de US\$ 5.400,00 por ano.

Figura 19: Tempo utilizado nas atividades coleta de dados



Fonte: Pelicano e Neves (2015)

Considerando um investimento de US\$ 6.671,70 e uma economia com mão de obra em torno de US\$ 10.800,00 no período de dois anos, ou seja US\$ 450,00 por mês, o *payback* é de aproximadamente de 14,8 meses não calculando correções e variação do dólar.

4.6 Usabilidade

O *software* utilizado em *tablets* com sistema operacional *Android* teve aceitação rápida devido ao fato de que algumas equipes já utilizavam *software* semelhante ao instalado em Palm-OS, equipamento com tela menor, capacidade de processamento inferior, sensibilidade de toque na tela muito menor, características que dificultavam a digitação utilizando tal equipamento.

Os equipamentos disponibilizados para uso foram *tablets* com tela de 7 polegadas colorida, com boa resolução de imagem, grande sensibilidade ao toque, processamento superior que pode até ser comparada a velocidade de processamento de computadores de mesa.

A equipe de PCM solicitou a empresa responsável pelo desenvolvimento do *software* algumas alterações em tela como a cor de fundo ser alterada para branco substituindo a cor preta inicial, aumentado das letras em alguns campos para facilitar a leitura, inclusão de botões maiores, alterações que segundo os usuários facilitavam a utilização do *software*.

Além das alterações no *software* foram necessários ajustes nas capas de proteção dos *tables* incluindo uma fita de segurança para facilitar o uso dos equipamentos como mostra a figura 20.

Figura 20: Usabilidade do Dispositivo Móvel



Fonte: Elaborado pelo Autor

Quanto a resistência do uso dos equipamentos pelos mecânicos, somente o responsável da área de PCM citou que em alguns casos houve a necessidade de maior exigência de uso pois alguns se sentiram incomodados em terem que utilizar uma nova tecnologia. Nas demais entrevistas não foram encontrados relatos sobre a resistência no uso dos equipamentos.

5 CONCLUSÃO

Considerando que a Tecnologia da Informação com o advento das Tecnologias Móveis entrou em uma nova era, o presente trabalho teve como objetivo descrever e apresentar benefícios da implantação de um *software* embarcado em dispositivos móveis com a finalidade de auxiliar a coleta e consulta de dados referentes às tarefas de manutenção de máquinas e equipamentos dentro de uma usina de açúcar e etanol onde existe grande dificuldade de ter acesso a rede de dados e até mesmo a computadores.

Baseando-se na literatura existente e utilizando observações do estudo de caso, pode-se concluir que a utilização da TM em ambientes que dificultam a coleta de dados, trazem ganhos de velocidade de acesso, redução de custo com mão de obra e apresentando fatores positivos como redução de utilização de papel eliminando o apontamento manual, fazendo com que a informação fluía mais rapidamente, além de possibilitar a rastreabilidade do processo.

O usuário tendo a possibilidade de não necessitar de um local específico para realizar a digitação e consulta dos dados coletados, permite que o responsável da manutenção tenha acesso à base de dados de serviços a serem realizados por meio de um *tablet*, eliminando tarefas, tais como, a locomoção de pessoal para distribuir as OP com as atividades a serem realizadas e a digitação posterior após as anotações dos mecânicos nas mesmas.

A percepção de ganho com a implantação de *softwares* nem sempre pode ser calculado por se tratar de um produto intangível (DUTTA, 2009). Levando em conta somente a redução de custo da mão de obra utilizada na coleta de dados o valor economizado pode ser considerado pequeno, porém como as próprias equipes de TI e PCM já haviam citado, o custo de retrabalho e erros encontrados nos apontamentos pode gerar outros custos que não foram avaliados neste trabalho.

Os resultados apresentados como benefícios da utilização da TM vão além da economia financeira. Devido à importância da qualidade dos dados coletados, onde uma organização pode sofrer impacto negativo no negócio com a falta de informação correta e confiável (STRONG; LEE; WANG, 1997), o *software* instalado em *tablets* apresentou vantagens comparadas com as ordens impressas em papel.

Estes resultados trazem a oportunidade de projetos mais aprimorados utilizando o conceito de *e-Maintenance* que poderão realizar a automação da coleta dos dados utilizando

sensores e outros equipamentos agilizando cada vez mais as tarefas de coleta de dados, onde as tecnologias móveis são um dos itens que mais viabilizam a implantação do conceito de *e-maintenance* (ARNAIZ et al, 2006), o próximo passo previsto para desenvolvimento seria a implantação de sensores que sejam capazes de enviar dados aos dispositivos móveis sem a necessidade de digitação por meio dos mecânicos.

Com a utilização do *software*, os envolvidos perceberam que as funcionalidades estavam apresentando resultados satisfatórios e com isso surgiram novas propostas de desenvolvimento como registro de fotos ou vídeo de peças trocadas ou com necessidade de troca gerando histórico que poderão ser comparados entre si facilitando e agilizando a atividade de manutenção.

Com o apoio da tecnologia da informação e comunicação (TIC), os gestores das atividades de manutenção recebem informações com mais agilidade podendo tomar decisões mais acertadas por possuírem informações com qualidade e confiáveis.

5.1 Limitações da pesquisa e projetos futuros

O estudo de caso único, traz informações que podem limitar as conclusões apenas ao grupo de usinas estudado, onde o resultado foi baseado em conhecimento dos envolvidos no processo de coleta e processamento dos dados referentes a ordens de serviços de manutenção específicos da empresa estudada. No entanto possibilitou que o processo fosse observado de perto e pode-se encontrar detalhes importantes de como a TM poderia auxiliar. Além da observação detalhada, permitiu teorizar o processo e verificar a real importância de TM como vantagens para a área de manutenção das usinas.

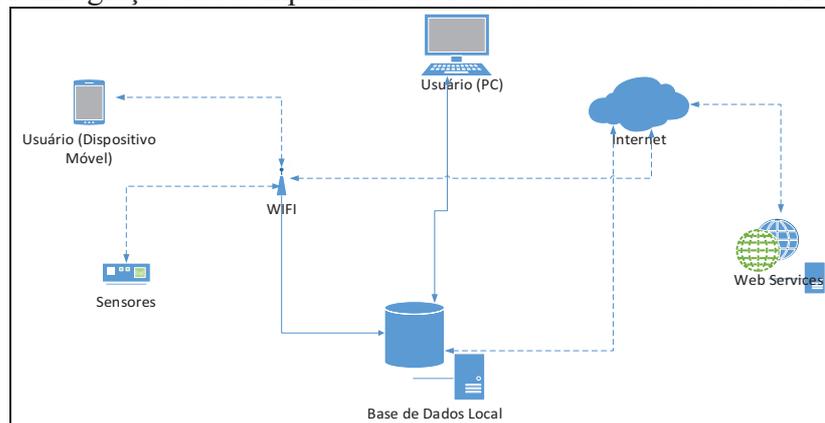
Outra limitação encontrada foi a dificuldade de mensurar os valores referentes aos benefícios trazidos por se ter qualidade da informação coletada e velocidade para consulta das informações ligadas ao processo de manutenção.

Para projetos futuros, pode-se sugerir a ampliação do estudo sobre TM incluindo a possibilidade de utilizar termômetros, medidores de distância e sensores de vibração conectados aos dispositivos móveis utilizando a rede wifi ou até mesmo a rede 3G/4G e permita a automação da coleta dos dados, não necessitando da digitação pelo mecânico

responsável e ainda buscar estudos que apresenta vantagens da utilização do conceito *e-Maintenance* que é considerado um grande avanço na área da engenharia de manutenção de ativos, no qual estes podem ser monitorados e administrados pela internet. Muitas definições são apresentadas na literatura e pesquisas que envolvem novas tecnologias, mas a ideia principal é de que sistemas permitam que os ativos do chão de fábrica, produção e manutenção possam estar ligados e remotamente enviar informações em tempo real para que os gestores possam realizar intervenções com muito mais rapidez (JANTUNEN et al, 2009).

Outra característica importante do *e-Maintenance* é a de integrar os princípios da manutenção com os serviços de telecomunicação como *web-services*, redes sem fio, dispositivos móveis e outros componentes eletrônicos (JANTUNEN et al, 2009). A figura 21 apresenta tal integração entre componentes de rede e base de dados local.

Figura 21: Integração dos componentes de rede e base de dados do *e-Maintenance*



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nos projetos futuros pode-se ampliar o estudo buscando pesquisar a utilização de TM e novas tecnologias em um número maior de empresas, buscando quantificar os benefícios que tais tecnologias possam agregar às equipes de planejamento e controle de manutenção das usinas sucroenergético.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos; **Pesquisa de mapeamento de Manutenção e Gestão de Ativos**; Disponível em www.abraman.org.br; Acessado em Dezembro/2013;
- AKABANE, G. K.; **Gestão estratégica da tecnologia da informação: conceitos, metodologias, planejamento e avaliações**; Editora Atlas; 2012.
- ARNAIZ, A; EMMANOULDIS, C.; IUNG, B.; JANTUNEN, E.; **Mobile Maintenance Management**; Journal of International Technology and Information Management; V.15; 2006.
- ATTARAN, M.; **Information technology and business-process redesign**, Business Process Management Journal, v.9, n.4, p.440; 2003.
- BANKOSZ G.S.; KERINS J.; **Mobile technology-enhanced asset maintenance in na SME**; Journal of Quality in Maintenance Engineering; ISSN 1355-2511, vol20; 2014.
- BIN, A.; FERRO, A.F.; CASTRO, P.D.; CORDER, S.; LEMOS P.; **Futuros do bioetanol o Brasil na liderança?**; Cap. 8; Elsevier Editora; 2015.
- BRIEN, J.; **Introduction to information systems in business management**; Irwin Professional Publishing; 1991.
- CAMPOS, J.; **Development in the application of ICT in condition monitoring and maintenance**; Journal of Computer in Industry; 2009.
- CASTELLS, M.; **A sociedade em rede – A era da informação**; Vol. 1; ed. Paz e Terra; 1999.
- CERRI, M. L., CAZARINI, E. W.; **Diretrizes para implantação de ERPs**; ENEGEP; Florianópolis; 2004.
- CONTADOR, J. C et al; **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**; 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1998. 593 p.
- CROCKER, P.; **A global mobile handset forecast: 2011-2015**. GigaOM Pro, p.20 São Francisco; 2011.
- DAVENPORT, T.H.; SHORT, J.E.; **Information technology and business process redesign**; Sloan Management Review, v. 31, n. 4, 1990.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- DUTTA, A.; **Justifying IT projects: Connecting the Dots from systems to business value**; ISACA; 2009.
- FAVARETTO, F.; **Melhoria da qualidade da informação no controle da produção: estudo exploratório utilizando Data Warehouse**; Revista Produção, v. 17, n.2, p 343-353,

Maio/Agosto 2007.

GARCIA, J.R.; LIMA, D.L.L.; VIEIRA, A.C.P.; **A nova configuração da estrutura produtiva do setor sucroenergético brasileiro: panorama e perspectivas**; Revista de Economia Contemporânea, v. 19, p 162-184, junho 2015.

GIBBS, C.; **The rise of tablets in the enterprise**. GigaOM Pro, p.19, 2011.

GRAEML, A. R.; **O valor da tecnologia da informação**; Anais do I Simpósio de Administração da Produção, logística e operações industriais, EAESP-FGV; São Paulo; 1998.

GRAEML, A. R.; **Sistemas de informação: o alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa**; São Paulo; Atlas; 2003

GODOY, A. S.; **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**, Revista de administração de Empresa, abril 1995.

HUANG, K.T.; LEE, Y.W.; WANG, R.Y.; **Quality information and knowledge**; Prentice Hall, p. 210; 1999.

JANTUNEN, E. et al; **e-Maintenance, A means to high overall efficiency**; 4th World Congress on Engineering Asset Management; Greece; 2009.

KAHN, B.K.; STRONG, D.M.; **Product and service performance model for information quality**; Third Conference on information quality MIT; 1998.

KALAKOTA, R.; ROBINSON, M.; **M-Business: tecnologia móvel e estratégia de negócio**; Bookman; 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J.; **Manutenção – função estratégica**. 3.^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2009.

KONISHI, F. et al; **Uma década da tecnologia bicomcombustível: análise do segmento automobilístico e a sua correlação com o setor sucroalcooleiro**; Revista Energia na Agricultura; Botucatu; vol 29; 2014.

LAUNDON, K. C.; LAUNDON, J. P.; **Sistemas de Informações Gerenciais**; São Paulo; Pearson Prentice Hall; 2007.

LEMOS, P.; MESQUISA F.; DAL POZ, M. E.; SOUZA, G. A. **Futuros do bioetanol o Brasil na liderança?**; Cap. 1; Elsevier Editora; 2015.

MACEDO, I.; **Situação atual e perspectivas do etanol**. *Estudos Avançados*; v. 21, n. 59, 2007.

MACHADO, R. T. M.; **Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistema agroindústrias**; Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade; São Paulo; 2000.

MARCORIN, W.R.; LIMA, C. R. C.; **Análise de custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos**; Revista de ciência & tecnologia • v. 11, nº 22 – pp. 35-42; 2003.

- MATEUS, G. R.; LOUREIRO, A. A. F.; **Introdução à computação móvel**; Minas Gerais; UFMG, 2004 Disponível em: http://homepages.dcc.ufmg.br/~loureiro/cm/docs/cm_livro_1e.pdf. Acesso em 09 de junho de 2014.
- MATTIODA, R. A.; FAVARETTO, F.; **Qualidade da informação em duas empresas que utilizam Data Warehouse**; Gestão e Produção – Revista On-line vol. 16 nº 4 São Carlos, 2009.
- McGUIRE, R.; **The Power of Mobility – How your business can compete and win in the next technology revolution**; John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey; 2007
- MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. C.; **Manutenção – combate aos custos na não-eficácia – a vez do Brasil**; São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda.; 1993.
- MONCHY, F. A.; **Função Manutenção – Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**; São Paulo, Editora Durban Ltda / EDBRAS – Editora Brasileira Ltda, 1989.
- MOUBRAY, J.; **Gerenciamento de Manutenção: um novo paradigma**; São Paulo: SQL Systems Brasil Ltda. 1997. 21p.
- NASTARI, G.; **Capital estrangeiro cada vez mais forte**; *AgroAnalysis* – Revista Agroenergia, FGV/EESP, abr. 2010. Disponível em:<<http://www.agroanalysis.com.br/4/2010/agroenergia/setor-sucroalcooleiro-capital-estrangeiro-cada-vez-mais-forte>>. Acessado em 28 de novembro 2015.
- NEVES, J. M. S.; SANTOS, F. C. A.; **Implantação de tecnologias de informação utilizadas na integração entre chão-de-fábrica e os sistemas ERP**; ENEGEP; Foz do Iguaçu; 2007.
- NOVACANA.COM; **Gerenciamento agrícola e tecnologia da informação nos canaviais**; <http://www.novacana.com/cana-de-acucar/gerenciamento-agricola-tecnologia-informacao/#tecnologia-informacao>; 2013; acesso em agosto/2015.
- NOVACANA.COM; **Mecanização atinge 81% da safra de cana no Estado de SP**; <http://www.novacana.com/n/cana/maquina-agricola/mecanizacao-safra-cana-estado-sp-070113/>; 2013; Acesso em agosto/2015.
- OLETO, R. R.; **A qualidade da informação na percepção do usuário em diferentes contextos informacionais**; Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, Belo Horizonte, 2003.
- OLIVEIRA, S. A.; et al; **Certificação da indústria do etanol brasileiro no contexto dos stakeholders**; Revista de agronegócio e meio ambiente; v. 5; n 2; 2012
- PELICANO, S.A.; NEVES, J. M.; **Estudo bibliográfico da utilização da tecnologia móvel na coleta de dados**; IX Workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza; 2014
- PELICANO, S.A.; NEVES, J. M.; **Benefícios gerados pela implantação de tecnologia móvel na gestão da manutenção em usina de açúcar e álcool – estudo de caso**; ENEGEP Fortaleza; 2015.
- PIPINO, L. L.; YANG, W. L.; WANG, R. Y.; **Data Quality Assessment**; Communication of the ACM; v.45 n.4; 2002.

RODRIGUEZ, M. V.; FERRANTE, A. J.; **Tecnologia da informação e gestão empresarial**; 2ª Edição; e-papers; 2000;

SACCOL, A.; REINHARD, N.; **Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas: definições, estado da arte e oportunidades de pesquisa**; Revista de Administração Contemporânea; 2007.

SALLES-FILHO et al; **Futuros do bioetanol o Brasil na liderança?**; Elsevier Editora; 2015.

SOURIS, J.P.; **Manutenção Industrial – custo ou benefício**. Trad. Elizabete Batista. Lisboa; Lidel, 1992.

SOUZA, R; **Case Research in Operations Management**; EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management; 2005.

STRASSMANN P. A.; **The economics and politics of information Technology**; Anais da Conferência Annual da CAUSE; 1994.

STRONG, D.M.; LEE, Y.W.; WANG, R.Y.; **10 Potholes in the road to information quality**. IEEE Computer, 1997.

TEIXEIRA, R. F.; PACHECO, M. E. C.; **Pesquisa social e a valorização da abordagem qualitativa no curso de administração: a quebra dos paradigmas científicos**; Caderno de pesquisa em Administração; São Paulo; v.12, n 1, p. 55 – 68; 2005.

UDOP União dos Produtores de Bioenergia; **Boletim Agromensal**. Disponível em: <www.unop.com.br>; 2013; Acesso em maio de 2015.

UNICA União da Indústria de Cana-de-açúcar; **Processo da produção do setor sucroenergético**; Disponível em: <www.unica.com.br>; 2010; Acesso em junho de 2015.

UNICA União da Indústria de Cana-de-açúcar; **Setor sucroenergético**. Disponível em: <www.unica.com.br>; 2013; Acesso em dezembro de 2014.

UNICA União da Indústria de Cana-de-açúcar; **Relatório de estimativa safra 2015/2016**; disponível em <www.unica.com.br>; 2015; Acesso em maio de 2015.

USDA United States Department of Agriculture; **USDA Agricultural Projections to 2021**; disponível em <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=marketing-trade>>; 2012; Acesso em maio de 2015.

VIVO; <<http://www.vivoblog.com.br/>>; 2013; acesso em setembro de 2015.

WEISER, M.; **The computer for 21st century**. 1991; disponível em <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>. Acesso em 08 de junho de 2014.

WOLF, M; **Survey: enterprise mobility perceptions among it decision makers**; Disponível em <http://research.gigaom.com/report/survey-enterprise-mobility-perceptions-among-it-decision-makers/>; acesso em julho/2014; 2012;

YIN, R. K.; **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**; 4. ed. Porto Alegre; Bookman, 2010.