

**SOLUÇÃO TECNOLÓGICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA/
PREDITIVA DE PEÇAS E COMPONENTES DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS
AGRÍCOLAS EM GERAL, ESPECIALMENTE EM USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL**

ALEXANDRE NABIL GHOBIL

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

PRISCILA BITTENCOURT DE ASSIS

FACULDADES INTEGRADAS PADRE ALBINO (FIPA)

SOLUÇÃO TECNOLÓGICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA/PREDITIVA DE PEÇAS E COMPONENTES DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS EM GERAL, ESPECIALMENTE EM USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

RESUMO

Empresas investem em novas tecnologias capazes de proporcionar a indústrias ligadas ao agronegócio o máximo de proveito das terras cultivadas e produções cada vez maiores. Com essa visão, para atender as empresas ligadas ao agronegócio e especificamente ao setor sucroenergético, a MQ tem investido em ferramentas que proporcionarão ganhos em produtividade e redução de custos, bem como, facilidades nas atividades dos setores de manutenção de máquinas e equipamentos agrícolas de usinas de açúcar e álcool. Com essa inovação a MQ se enquadra no conceito de indústria 4.0 e se posiciona à frente da concorrência, desenvolvendo um modelo disruptivo para manutenção preventiva/preditiva, que inicialmente será implementado em manutenção de máquinas e equipamentos agrícolas, contudo, poderá ser adaptado para manutenção industrial e outros fins.

Palavras chave: modelos de negócios, agronegócios, indústria 4.0.

ABSTRACT

Companies invest in new technologies that are able to proportion to agribusiness industries the maximum benefit from cultivated lands and production increase. With this vision, in order to attend companies subordinated to agribusiness and specifically to the sugar-energy sector, MQ has invested in tools that will provide gains in productivity and cost reduction, as well as improving the activities from the maintenance sector of agricultural machinery and equipment from sugar and alcohol companies. With this innovation, MQ is part of the industry concept 4.0 and ahead of the competition, developing a disruptive model for preventive maintenance, which will be implemented in agricultural machinery and equipment maintenance; however, it can also be adapted for industrial maintenance and other purposes.

Key words: business models, agribusiness, industry 4.0.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar. São 694 milhões de toneladas de cana para a safra 2016/2017, com término de colheita prevista até abril/2018, um aumento de 4% em relação à safra anterior (CONAB, 2017). Da cana, são gerados o açúcar e o etanol (hidratado e anidro). Na safra 2015/2016, a área plantada com cana-de-açúcar correspondeu a 8.654,2 mil hectares, sendo São Paulo o maior produtor, com 52% - 4.498,3 mil hectares - do total (CONAB, 2017).

A produção de cana gera um dos maiores faturamentos do campo: em 2016, movimentou cerca de R\$ 52 bilhões (CONAB, 2017). Para atingir níveis de produção cada vez maiores, existe grande investimento empregado tanto em sementes melhoradas cientificamente quanto em novas tecnologias dos equipamentos. Assim, em época de colheita, os maquinários devem funcionar em seu máximo desempenho, afinal, além de perecível, a cadeia de beneficiamento/fornecimento possui prazos específicos de entrega do produto.

Com base nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a oportunidade de negócio que a empresa MQ – fabricante de terminais e conexões hidráulicas desenvolveu diante de uma lacuna identificada no mercado: uma proposta de solução para a dificuldade que usinas de açúcar e álcool têm em fazer a manutenção adequada de suas máquinas e equipamentos hidráulicos.

A situação-oportunidade objeto desse trabalho é disponibilizar recursos para viabilizar a manutenção preditiva de máquinas e equipamentos agrícolas em usinas de açúcar e álcool, aumentando com isso, disponibilidade desses equipamentos em campo, situação que proporciona melhoria do índice de colheitabilidade, conseqüentemente, aumento da rentabilidade das empresas clientes.

ANTECEDENTES

Manutenção preventiva é toda a ação sistemática de controle e monitoramento, com o objetivo de reduzir ou impedir falhas no desempenho de equipamentos. A manutenção aumenta a confiabilidade e leva o equipamento a operar sempre próximo das condições em que saiu de fábrica.

De acordo com Pinto e Xavier (2009, p. 11): “a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”.

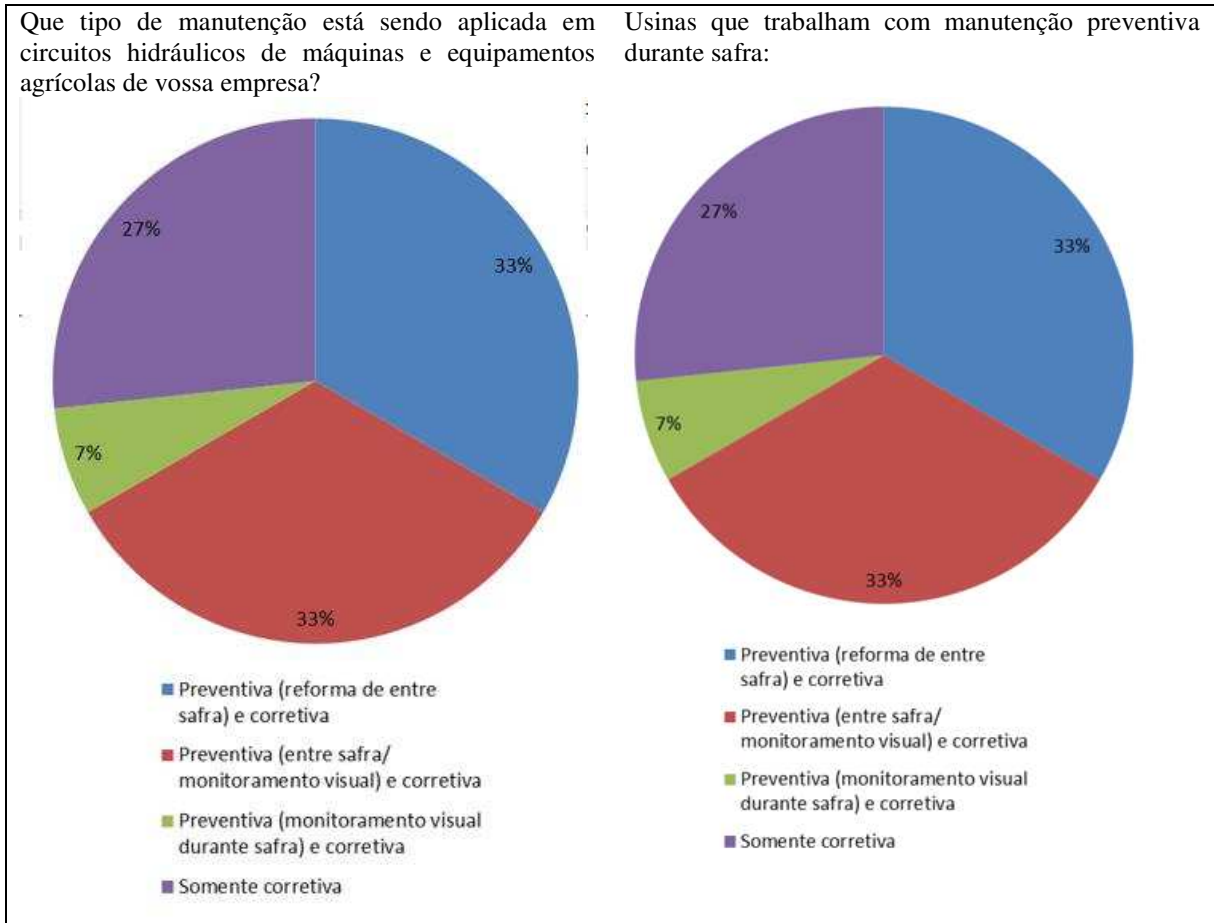
A manutenção preventiva de máquinas e equipamentos agrícolas é algo complexo, visto que, há necessidade de acompanhamento do histórico de vida útil de diversos componentes. O que torna o processo complexo é o número de peças e componentes presentes em uma máquina e o número de máquinas que compõem a frota de uma usina.

De acordo com pesquisa realizada pela MQ, nos anos de 2016 a 2018, a partir de relatórios e visitas em mais de 15 usinas de açúcar e álcool, observa-se que:

- 1º) A maioria das usinas entrevistadas, não consegue trabalhar de maneira eficiente a manutenção preventiva em circuitos hidráulicos, tampouco a preditiva, fato que permite equipamentos parados em campo por falhas em componentes, tornando necessária a aplicação da manutenção corretiva;
- 2º) 40% das usinas trabalham com manutenção preventiva em circuitos hidráulicos durante a safra, considerando como preventiva, apenas o monitoramento visual.
- 3º) Apesar de trabalharem com manutenção preventiva na reforma de entre safra e em alguns casos utilizarem monitoramento visual para substituição de peças e componentes desgastados, ainda assim, 100% das usinas entrevistadas consideram o procedimento atual aplicado

insuficiente para evitar paradas não programadas de máquinas por ocorrências em circuitos hidráulicos.

Figura 1- Pesquisa da MQ com 15 usinas de álcool



O objetivo da pesquisa foi identificar que tipo de manutenção é aplicado atualmente em peças e componentes, principalmente de circuitos hidráulicos de máquinas e implementos agrícolas de usinas de açúcar e álcool. Também, foi possível identificar como funciona o processo, se ele é suficiente para evitar paradas não programadas de máquinas por falhas nesses componentes, além de, constatar que todas as usinas entrevistadas concordam que máquina parada é prejuízo para o negócio.

Existe conscientização por parte dos entrevistados que, a aplicação adequada da manutenção proporciona ganhos significativos em produtividade, pois aumenta a disponibilidade de equipamentos em campo, soluciona problemas de contaminação de solo ocasionados por vazamentos de óleos hidráulicos e reduz custos com paradas para manutenção corretiva não planejada.

OBJETIVO DO TRABALHO

Desenvolver um modelo de negócio inovador, capaz de proporcionar solução a uma dificuldade comum no setor de manutenção de máquinas e equipamento agrícolas de usinas de açúcar e álcool. A dificuldade comum foi identificada como: máquina parada em campo por problemas de manutenção em peças e componentes. Esse fato é agravado quando se refere às ocorrências em mangueiras hidráulicas, pois estas provocam vazamento de óleo. Nesse processo, não é contabilizado apenas indisponibilidade do equipamento, perda de produtividade e perda de óleo, existe também, um prejuízo ambiental em consequência da contaminação do

solo.

A solução apresentada nesse trabalho foi desenvolvida a fim de atender plenamente essa dificuldade, desta forma, o desenvolvimento desse novo modelo de negócios caracteriza-se como uma grande oportunidade, pois até então, não existem registros de soluções tecnológicas desenvolvidas especificamente para manutenção preventiva/preditiva de peças e componentes de máquinas agrícolas de usinas de açúcar e álcool.

Metodologicamente, o presente trabalho está estruturado com base no protocolo de relato tecnológico de Marcondes et al (2017). O relato está estruturado nas seguintes etapas: 1) introdução; 2) contexto e realidade investigada; 3) identificação e caracterização da oportunidade; 4) solução proposta e 5) considerações e contribuições.

2. CONTEXTO E REALIDADE INVESTIGADA

A MQ é uma das maiores indústrias do país na fabricação de terminais e conexões hidráulicas de alta pressão. Foi criada em maio de 1998, com a união de 16 profissionais com ampla experiência no segmento de terminais e conexões hidráulicas.

Possuidora de um parque industrial atualizado, com capacidade de produção anual acima de 11 milhões de componentes. Seus produtos seguem rigorosamente as normas e padrões vigentes, sendo aceitos em qualquer lugar do mundo e reconhecida como marca de qualidade.

Suas instalações estão localizadas em uma área com cerca de 10 mil metros quadrados, com cinco unidades próprias, na cidade de Catanduva/SP.

A MQ é reconhecida no mercado pela excelência de atendimento e qualidade nos produtos. Seu objetivo é fornecer soluções para o segmento agrícola, garantindo qualidade, segurança e conforto aos clientes.

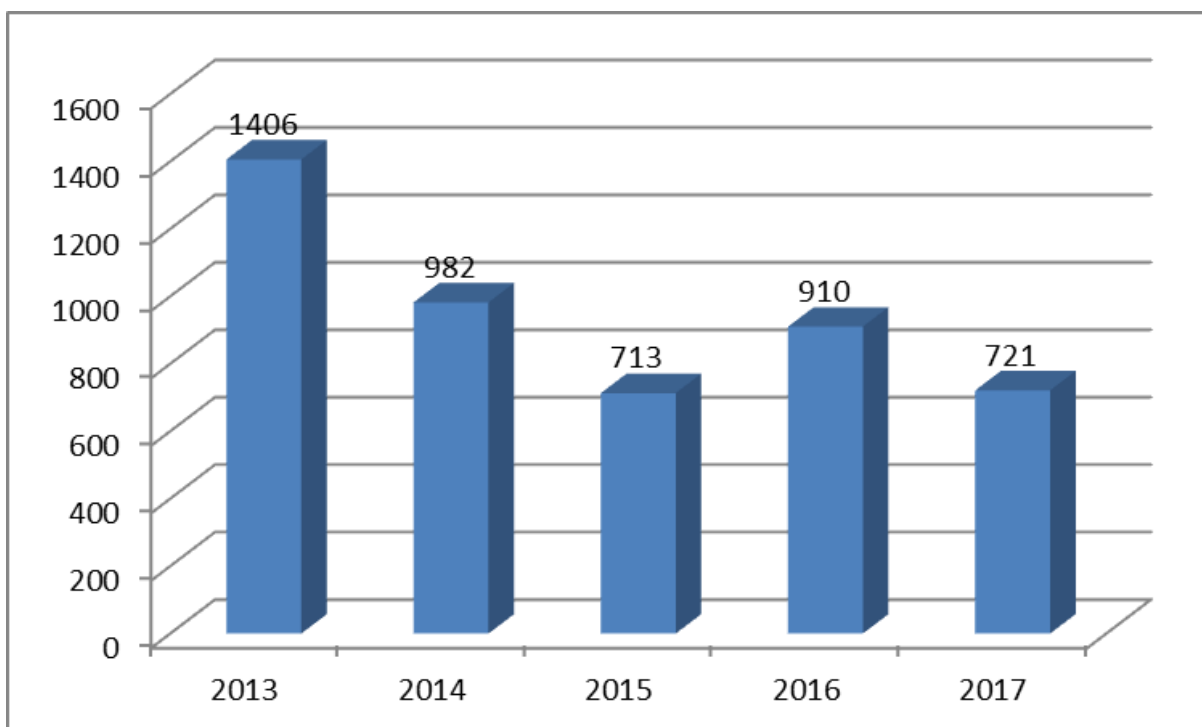
Por meio de uma distribuição e logística eficiente e célere, a empresa possui filiais nos estados de Goiás (Anápolis e Goiânia), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina.

Com essa política de trabalho, foram criados os alicerces para um crescimento saudável da empresa, transformando-a em um sólido grupo empresarial com participações em outros negócios.

A linha de produtos fabricada pela MQ é destinada quase que exclusivamente ao setor agrícola, assim, sua participação de mercado está dividida em: 40% revendas, 25% montadoras/fabricantes de implementos agrícolas, 20% distribuidores (prestando atendimento a grandes consumidores finais) e 15% mercado externo.

Os principais clientes dos distribuidores e revendedores são grandes consumidores finais (usinas de açúcar e álcool, grandes produtores de grãos, mineradoras, dentre outros) e prestadores de serviços de grandes consumidores finais. Em suma, os clientes finais dos distribuidores e revendedores possuem máquinas e implementos agrícolas que necessitam de manutenção nos circuitos hidráulicos, resultado do desgaste ocasionado pela rotina de trabalho em campo. Dentre os equipamentos que mais sofrem desgaste e conseqüentemente que mais necessitam de terminais e conexões hidráulicas para reposição, está a colhedora de cana de açúcar, que de acordo com dados divulgados na ANFAVEA (2018), sofreram queda nas vendas nos últimos quatro anos, conforme Figura 2.

Figura 2 – Evolução das vendas de colhedoras de cana no Brasil



Fonte: Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2018, ANFAVEA

Por outro lado, conforme pode ser observado na Tabela 1, apesar da queda das vendas de colhedoras de cana no Brasil, a produção de açúcar manteve-se estável.

Tabela 1. Quadro de suprimento mundial de açúcar – Em milhões de toneladas

Discriminação	2012/ 13	2013/ 14	2014/ 15	2015/ 16	2016/ 17	2017/ 18
Estoque Inicial	36,2	42,3	43,8	46,7	43,8	38,8
Produção de Açúcar de Cana	141,5	142,4	140,6	132,6	133	139,2
Produção de Açúcar de Beterraba	36,4	33,6	36,6	33,2	37,8	40,3
Produção de Açúcar Total	177,9	176	177,4	165,8	170,8	179,6
Importação	51,9	51,5	50,2	53,3	54,5	51,3
Oferta Total	264,8	227,6	271,4	264,9	226,3	230,9
Consumo	165,8	167	170,2	172,5	171,8	171,5
Exportação	55,1	57,5	54,7	53,7	57,7	59,2
Estoque Final	42,3	43,8	45,7	37,9	38,8	38,2

Fonte: USDA – Elaboração: Conab

Isso caracteriza que a frota está envelhecendo. Assim, o maior desafio das usinas de açúcar e álcool, que são os maiores consumidores de colhedoras de cana, é como fazer para obter maior disponibilidade desses equipamentos em campo, estando esses cada vez mais desgastados.

Segundo Banchi et al (2012), a disponibilidade de uma máquina ao final da sua quinta safra de trabalho está em torno de 60%, enquanto uma colhedora nova tem por volta de 90%.

Ou seja, há um déficit importante na capacidade de executar a colheita e consequente perda de produtividade que resulta em prejuízos significativos para as usinas.

Outro indicador da importância de se buscar reduzir a indisponibilidade de máquinas e equipamentos é retratada em pesquisa da Abramam – Associação Brasileira de Manutenção Industrial (2013). Numa amostra de 151 empresas, de 20 diferentes setores, dentre os quais destacam-se os setores de Petróleo, Prestação de Serviços, Engenharia Elétrica, Automotivo, Industrial e Metalúrgico que responderam por mais de 55% dos questionários referente a situação da manutenção no Brasil, observa-se que o índice de indisponibilidade devido à manutenção tem permanecido em patamares elevados no Brasil, em praticamente todos os setores, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores de Disponibilidade de Máquinas e Equipamentos

Indicadores de Disponibilidade (%)									
Tipo	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
Disponibilidade Operacional	85,82	89,30	91,36	89,48	88,20	90,82	90,27	91,30	89,29
Indisponibilidade devido a Manutenção	4,74	5,63	5,15	5,82	5,80	5,30	5,43	5,44	6,15

Fonte: ABRAMAN (2013)

Portanto, o desafio que se apresenta em diversos setores da economia, e em particular nas usinas – mercado alvo da MQ, é desenvolver uma solução que permita aumentar o índice de disponibilidade de colhedoras de cana e, com isso, melhorar a produtividade da safra o resultado financeiro da usina.

3. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Uma vez identificada a necessidade, ela só se torna de fato uma oportunidade se o cliente alvo estiver disposto a pagar pela solução ofertada. Para isso, é necessário argumentos que mostrem peremptoriamente que o investimento será compensado pela redução de custos relacionados à máquina parada.

Em função disso, foi feita uma varredura de pesquisas realizadas que quantifiquem ou sinalizem os ganhos resultantes de programas de manutenção preventiva e preditiva em indústrias e no agronegócio. Num desses estudos, Peters (1998) em seu artigo *Gaining Commitments for Effective Preventive Maintenance*, gerente geral de manutenção da Tompkins Associates, consultoria em engenharia, empresa de Raleigh, Carolina do Norte, demonstra que existe considerável redução de custos com a implementação da manutenção preventiva.

Também Almeida (2008), em outro importante estudo realizado em 1988, envolvendo cerca de 500 fábricas nos Estados Unidos, Canadá, Grã-Bretanha, França, e Austrália, que implementaram com sucesso métodos de manutenção preditiva, indicando melhorias substanciais na contabilidade, disponibilidade, e custos operacionais. Realizado pela “Plant Performance Group” (uma divisão da “Technology for Energy Corporation”), este levantamento foi projetado para quantificar o impacto da inclusão de técnicas de manutenção preditiva como parte chave da filosofia da gerência de manutenção. As indústrias incluíam geração de energia elétrica, papel e celulose, processamento alimentício, têxteis, ferro e aço, alumínio, e outras indústrias de manufatura ou de processo. Cada um dos participantes tinha um programa de manutenção preditiva estabelecido com um mínimo de três anos de implementação. Os programas bem sucedidos incluídos no levantamento ofereceram uma visão geral dos tipos de melhorias.

Sima (2009) escreveu sobre as vantagens da implementação de uma gestão preditiva na manutenção e no reparo dos equipamentos em uma empresa que produz componentes para a

indústria automotiva, incluindo assistência técnica e serviços e as melhorias obtidas com ela.

Da mesma forma, a Roland Berger Strategy Consultants (2014), uma consultora global líder. Com 2.400 funcionários trabalhando em 36 países, com operações bem-sucedidas em todos os principais mercados internacionais relatou alguns de seus casos de sucesso com a implementação de manutenção preditiva.

Por conseguinte, conclui-se que a redução de custos com a implementação da manutenção preditiva é maior que a redução de custos com a manutenção preventiva, contudo, ambas proporcionam ganhos compensadores.

O quadro 1, a seguir, resume os resultados apresentados.

Quadro 1. Benefícios proporcionados pela implementação da manutenção preventiva/preditiva

	Peters (1998)	Almeida (2008)	Sima (2009)	Berger (2014)
Aumento da produtividade		de 20% a 30%		de 20 a 25%
Aumento dos lucros		de 25% a 60%		
Aumento na vida útil das máquinas	de 10% a 20%	de 20% a 40%		
Redução de custos com manutenção preditiva		de 50% a 80%	aproximadamente 50%	de 25% a 30%
Redução de custos com manutenção preventiva	de 10% a 20%			
Redução de estoque de peças de reposição			aproximadamente 30%	
Redução de estoques de sobressalentes		de 20% a 30%		
Redução de horas extras para manutenção		de 20% a 50%		
Redução de paradas por falhas inesperadas		de 50% a 60%	aproximadamente 55%	de 70% a 75%
Redução de reparos e revisões gerais			aproximadamente 60%	
Redução de tempo de parada das máquinas		de 50% a 80%		de 35% a 45%

Fonte: elaborado pelos autores

Caracterização da Oportunidade

A estratégia de marketing MQ sempre foi orientada ao cliente, com foco direcionado a segmentação. Essa estratégia permitiu que a empresa separasse seus clientes em grupos. Para atender plenamente cada grupo com suas particularidades, foi necessária avaliação dos cenários e entendimento das necessidades, bem como, das dificuldades e desafios enfrentados no dia a dia dos mesmos, em posse dessas informações, não foi difícil para a MQ desenvolver produtos e oferecer serviços que realmente proporcionassem ganhos aos clientes, como consequência disso, patenteou algumas soluções que foram classificadas como “inovadoras” pelo mercado e proporcionou aos colaboradores e clientes um ambiente favorável a novas ideias.

Ao olhar para o grupo dos grandes consumidores finais, sendo: usinas de açúcar e álcool, grandes produtores de grãos, mineradoras, dentre outros, a MQ percebe que seu principal objetivo é atingir níveis de produção cada vez maiores, para isso, é imprescindível que as máquinas e equipamentos operem em seu máximo de eficiência, o que não ocorre se os mesmos se encontrarem indisponíveis por problemas de manutenção em peças e componentes.

O entendimento do problema de seus clientes gerou a busca por uma solução. A partir de um processo de reflexão de uma colaboradora da organização e co-autora deste trabalho, vislumbrou-se uma solução tecnológica, que possibilitaria de fato reduzir drasticamente a indisponibilidade de colhedoras de cana o que, conforme anteriormente explicado, resultaria em importante criação de valor para as usinas.

Identificou-se, portanto, a partir do insight da colaboradora, a oportunidade de lançamento de um novo produto/serviço pela MQ a partir da solução encontrada, com potencial de ser a MQ a fornecedora pioneira dessa solução para um grande mercado.

Todavia, é importante ressaltar que o processo de desenvolvimento da solução passou por diversas etapas de validação. Inicialmente era necessário o aval dos dirigentes da empresa, pois a solução exigiria investimentos, além de contemplar o domínio de tecnologias não disponíveis internamente na organização. A solução também carecia de maior validação com clientes. E ainda, por se tratar de um produto/serviço não usual, o projeto requereu adicionalmente uma avaliação de possíveis modelos de negócio para exploração da oportunidade.

Portanto, a oportunidade identificada carecia de um processo de validação interno e externo, que foi desenvolvido conforme apresentado na figura 3 a seguir.

Figura 3. Processo de validação do projeto



Fonte: Elaborado pelos autores

O processo, iniciado no cliente e na identificação de suas necessidades, passou pela apresentação da ideia e reflexão sobre elementos técnicos necessários para sua operacionalização junto Diretor Técnico MQ. Recebeu aprovação preliminar para prosseguir com o projeto e orientação para validação junto a alguns clientes chave.

A ideia foi então validada e incentivada por clientes que são considerados “referência” para o segmento de Usinas de Açúcar e Álcool no Brasil. Após o feedback de clientes e uma pré-análise do potencial de mercado do produto, o Diretor de Estratégia de Negócios submeteu

à aprovação do Conselho Diretivo, que por sua vez validou e apoiou a continuidade do projeto.

Para melhor entendimento do processo de diagnóstico e validação da oportunidade, elaborou-se um quadro resumo que permite a visualização da convergência de entendimentos sobre a viabilidade do projeto, exposto no Quadro 2.

Quadro 2. Quadro síntese das informações obtidas com a empresa e clientes

ACHADOS	CONCLUSÕES	HIPÓTESES	
<p>Maioria das usinas não consegue trabalhar de maneira eficiente a manutenção preventiva, tampouco a preditiva</p> <p>Aplicação de manutenção corretiva é inevitável para reparar máquinas paradas em campo por falhas.</p> <p>Procedimentos adotados por clientes são considerados insuficientes para evitar manutenção corretiva.</p> <p>Cliente relata que: máquina parada é prejuízo</p>	<p>Dificuldade das usinas em implementar de maneira eficiente a manutenção preventiva/ preditiva, tornando inevitável a aplicação da manutenção corretiva em virtude de máquinas paradas em campo, fato que proporciona transtornos e prejuízos.</p>	<p>A manutenção de máquinas e equipamentos agrícolas é um tema muito relevante para usinas de açúcar e álcool, em virtude dos mensuráveis prejuízos.</p>	
<p>Os ganhos com a implementação da manutenção preventiva/ preditiva são compensadores</p>			
<p>Redução de custos com implementação de manutenção preventiva - em torno de 20%</p> <p>Redução de custos com implementação de manutenção preditiva - em torno de 70%</p>			<p>Ganhos compensadores com a implementação eficiente da manutenção preventiva/ preditiva</p>
<p>A frota de máquinas e implementos agrícolas do Brasil está envelhecendo</p> <p>Estratégia de desenvolvimento de produtos</p> <p>Concorrentes ainda não desenvolveram solução similar.</p>			

Fonte: elaborado pelos autores com base em Marcondes et al (2017)

Concluiu-se que, a dificuldade para implementação de manutenção preventiva/ preditiva em máquinas e equipamentos agrícolas é uma realidade para as usinas de açúcar e álcool e que os ganhos proporcionados pela implementação da solução proposta são compensadores. Também pode-se identificar que os clientes desconhecem tecnologias similares, desenvolvidas especificamente para tal segmento.

Para continuidade do processo estabeleceu-se os seguintes passos: a) levantamento da demanda existente; b) criação e desenvolvimento de uma solução/projeto piloto, o que inclui encomenda com fornecedor de tecnologia e provisionamento de recursos para execução; c) contrato com pelo menos 1 cliente disposto atestar a solução em regime de “laboratório” .

4. SOLUÇÃO PROPOSTA

4.1 Solução Tecnológica

A solução tecnológica para manutenção preventiva/ preditiva se resume a um sistema de monitoramento e rastreamento de peças e componentes realizado por meio de dispositivos

eletrônicos.

A construção da solução está amarrada a utilização de três tecnologias, já existentes e utilizadas, porém combinadas e aplicadas a determinado fim, fato que possibilitou o registro de patente de modelo de utilidade junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), sob o número: BR 10 2018 010513 2. A solução é ilustrada na **Figura 3**.

Figura 3. Ilustração da Solução Tecnológica para Manutenção Preventiva/ preditiva



A solução consiste em combinar essas três tecnologias existentes em um só produto, onde cada peça/componente é acompanhada por um chip, comercialmente conhecido por “tag” ou RFID, que carrega consigo informações importantes, tais como: data da última manutenção, nome do responsável pela última manutenção, descrição e código do produto, identificação do equipamento onde a peça ou componente se encontra e sugestão de data para manutenção preventiva/ preditiva.

A solução é prática e fácil de ser implementada e o sucesso dela, se dá em virtude da simplicidade do processo, visto que, a única responsabilidade do usuário é acessar o Aplicativo, fazer a leitura do chip, inserir o código do produto que está sendo substituído e a identificação da máquina.

As informações inseridas pelos usuários são gerenciadas por um software, armazenadas em nuvem e disponibilizadas ao cliente em formato de relatórios de apontamentos e indicadores de desempenho, porém para atingir tal nível de simplicidade e usabilidade da ferramenta houve necessidade de estudo de diversas tecnologias, testes, validação de clientes e desenvolvimento de fornecedores de chips com encapsulamento especial para peças e componentes de máquinas e equipamentos agrícolas, fornecedores de dispositivos eletrônicos como: antenas, leitores de ultra frequência, conversores e amplificadores, bem como, parceiros para desenvolvimento e customização do software e do aplicativo.

A solução tecnológica proposta inclui a seguinte lista de benefícios:

- Regularização imediata da manutenção preventiva;
- Aplicação adequada da manutenção preditiva com base em registros de testes laboratoriais e análises diversas;
- Histórico de vida útil de peças e componentes;
- Agendamento de manutenção preventiva inteligente (substituição de itens que estão em fase final de seu ciclo de vida em uma parada);
- Oficina operando com máximo de eficiência (horários agendados, peças em estoque,

- data para liberação da máquina);
- Compras de peças e componentes programadas de acordo com as “paradas inteligentes”;
- Monitoramento das atividades da equipe de manutenção;
- Inventário/registro de consumo de peças e componentes por máquina em determinado período;
- Fim de desperdício de óleo por rompimento de mangueiras (exceto se ocorrer acidente);
- Aumento da disponibilidade de máquinas em campo;
- Aumento do índice de colheitabilidade;

4.2 Modelo de Negócio Proposto: a Criação de uma empresa Spin-off

Conforme explicado, a solução tecnológica tem como proposta a oferta de um serviço, inicialmente, ao mesmo grupo de clientes atendidos pela MQ. Dessa forma, como negócio, tem características e natureza muito diferentes do negócio principal da MQ – qual seja venda de peças e componentes.

Isso levou a empresa a uma reflexão sobre como levar a solução ao mercado. A alternativa que prevaleceu foi a de criação de uma nova empresa, como uma *Spin-off*, considerada como tal, por se tratar de uma derivação do negócio principal, a MQ Indústria.

O quadro de modelo de negócios apresentado segue o padrão proposto por de Osterwalder e Pigneur (2011), descrito a seguir e representado de maneira visual na figura 4.

Oferta de Valor

Conforme já apresentado, a solução tecnológica proporciona diversos benefícios ao cliente. Entretanto, a oferta de valor pode ser resumida como aumento de produtividade e redução de custos, sendo valores que se alinham aos objetivos dos clientes.

Segmentos de clientes

Inicialmente a solução tecnológica foi configurada para manutenção de máquinas e equipamentos agrícolas de usinas de açúcar e álcool e empresas que terceirizam serviços de colheita e transporte de cana para usinas. Entretanto, existe um grande mercado potencial que necessita de uma solução tecnológica para manutenção preventiva/ preditiva de seus equipamentos, como: mineradoras, grandes construtoras, plataformas de petróleo e segmento de aviação.

Canais de venda

A estratégia comercial adotada está baseada na premissa de que o canal de venda mais eficiente para o produto em questão é a visita de equipe técnica/comercial.

Relacionamento com clientes

Após o processo de implementação, cada cliente é direcionado a um vendedor interno, classificado como suporte, que fornece todo o respaldo necessário, além de ser responsável pelo agendamento de visitas técnicas e comerciais, treinamentos, acompanhamentos de campo e solicitação de suporte técnico, o qual pode ser acionado pelo cliente a qualquer momento, podendo ser realizado remotamente ou através de visita.

São visitas previamente agendadas entre equipe que responde pela parte estratégica do cliente e equipe técnica/comercial da *Spin-off*, tendo como objetivo acompanhamento do andamento do processo, alinhamento de objetivos e aproveitamento de novas oportunidades.

Figura 4. Quadro de Modelo de Negócios - Canvas da *Spin-off*



Fonte: elaborado pelos autores

Principais Parceiros

A MQ Indústria é o principal parceiro do negócio. No entanto, há também participação da DS, empresa parceira na tecnologia, desenvolvedora de software e da autora da ideia e mentora do projeto, colaboradora da MQ Indústria.

A definição de fornecedores de chips com encapsulamento especial para peças e componentes de máquinas e equipamentos agrícolas e fornecedores de dispositivos eletrônicos como: antenas, leitores de ultra frequência, conversores e amplificadores foi parte fundamental para tornar a solução tecnológica comercializável.

Principais Atividades

Nesse modelo de negócio, a *Spin-off* assume três importantes responsabilidades: comercialização da solução tecnológica, suporte/ assistência técnica e desenvolvimento de novas soluções.

Principais Recursos

Além da carteira de clientes, a MQ Indústria terceirizou sua equipe comercial, composta por mais de 40 profissionais experientes para o novo negócio. Tal situação permitiu que todas as validações e negociações ocorressem com seus importantes clientes ativos. Com essa mesma visão, a DS como parceira desenvolvedora do software e aplicativo também terceirizou sua equipe de técnicos para suporte e assistência.

O título de principal recurso para desenvolvimento de novas soluções foi atribuído à competente e experiente equipe de desenvolvedores, que tornou possível e viável o projeto, proporcionando ao negócio grande segurança e solidez quanto ao aproveitamento de novas oportunidades.

Fontes de receitas

Os primeiros acessos tem confirmado que o modelo comercial baseado em soluções personalizadas que atendam as demandas específicas é o mais indicado inicialmente. Ou seja, projetos sob medida e mediante orçamento. Entretanto, a estratégia de monetização ainda não está totalmente formatada. No momento, há uma proposta de múltiplas fonte de receita, como a comercialização dos chips, taxas por usuário e cobrança de serviços da implementação (formalização do contrato). No entanto, a equipe de desenvolvimento está trabalhando para definir o melhor modelo de monetização.

Fontes de custos

A terceirização da equipe comercial e da equipe técnica destinada a suporte e assistência foi negociada de maneira compensadora e flexível, no entanto, é tratada como custo. Assim, a compra de chips, elaboração de materiais de divulgação, propagandas, campanhas, participação de eventos e desenvolvimento de novas soluções são consideradas como fonte de custos também.

A composição societária da nova empresa inclui participação majoritária da MQ , mas também compõem a sociedade os parceiros principais, a DS, empresa parceira na tecnologia desenvolvedora de software e autora da ideia e mentora do projeto, colaboradora da MQ Indústria e co-autora desse trabalho.

Conforme já mencionado, a solução tecnológica foi inicialmente customizada para melhor usabilidade das usinas de açúcar e álcool. Com isso, embora ela esteja devidamente configurada no conceito de indústria 4.0, sendo classificada como capacidade em tempo real, ou seja, a capacidade de coletar/ analisar dados e entregar conhecimento derivado dessas análises imediatamente, estando o usuário conectado à internet, é totalmente possível utilizar a

ferramenta em locais onde não há acesso à internet. Trata-se de mais uma particularidade da solução, pois parte da manutenção de máquinas e equipamentos de usinas de açúcar e álcool acontece em caminhões oficinas, em locais de difícil acesso à internet.

Pensando nisso, a equipe de desenvolvimento possibilitou ao cliente a utilização da solução tecnológica também em modo *offline*, onde o usuário pode executar a operação de reposição de peças e componentes, inserindo as informações necessárias nos chips, as quais permanecerão armazenadas no aplicativo e serão enviadas ao software gerenciador imediatamente com acesso à internet.

Além da customização inicial, já se pode notar que alguns clientes potenciais que estão sendo visitados, em negociação para contratar o serviço, estão sugerindo adaptações para o modelo proposto. E, por não estar totalmente finalizado, há sinais de que o modelo deverá ser flexível e ajustável, principalmente considerando a percepção do grande potencial de aplicação desse produto em outros segmentos como: mineração, construção civil, plataformas de petróleo, montadoras de implementos agrícolas, setor de aviação, dentre outros.

5. Considerações e Contribuições

O trabalho expõe a exploração de uma oportunidade de negócio por meio do desenvolvimento de uma solução tecnológica e inovadora que atende a uma demanda efetiva de mercado, identificada junto aos clientes e com lastro em observações objeto de diversas pesquisas aqui reportadas.

Mais do que a solução tecnológica, o trabalho mostra o caminho percorrido pela empresa para pré-validação da solução com clientes, seguido de procedimentos para aprovação interna junto à diretoria, a aprovação de orçamento para desenvolvimento do projeto piloto, patenteamento da solução e um plano de ação (em execução) para implementação do projeto.

Além dos processos de validação, destaca-se o desenvolvimento de um novo modelo de negócios, onde a organização propõe a criação de uma spin-off, empresa apartada da MQ, para exploração da oportunidade identificada. Essa spin-off terá participação minoritária de empresa de tecnologia e da colaboradora/idealizadora e mentora da solução.

Destaque-se que, o insight inicial e desenvolvimento da solução foram construídos durante a participação da colaboradora da MQ e co-autora deste trabalho, em disciplinas de um programa de mestrado profissional, quando teve a oportunidade de apresentar a proposta, discutir, debater e receber suporte de professores para formulação do modelo e aperfeiçoamento do projeto.

Entende-se que o projeto apresentado, por demonstrar o processo que parte da identificação da oportunidade, sua validação e culmina com o desenvolvimento do modelo de negócio para sua exploração, traz algumas importantes contribuições que servem de referência para outros projetos, tanto para empreendedores quanto para acadêmicos.

Entretanto, há de ressaltar que o projeto ainda está em fase inicial, não tendo sido implementado e testado na sua plenitude. Dessa forma, os resultados devem ser analisados com a devida cautela, visto que a implantação poderá sinalizar a necessidade de mudanças no modelo. Espera-se que análise dos resultados após a implementação possam subsidiar novos estudos, reflexões e aprendizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. *A Situação da Manutenção no Brasil*. 2013. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>. Acesso em 03 de Jun. 2018.
- ALMEIDA, Marcio Tadeu. *Manutenção preditiva: benefícios e lucratividade*, 2008. ANFAVEA. *Estatísticas. Séries Históricas*. Disponível em: <http://www.anfaeva.org.br>

- </www.anfavea.com.br/estatisticas.html>. Acesso em: 18 de mar.2018.
- BANCHI, Angelo D.; LOPES, Jose R., FERREIRA, Valter A.; SCARANELLO, Leandro T. Análise de reforma de colhedoras de cana-de-açúcar – Período de entressafra. *Revista Agrimotor*. Piracicaba, junho de 2012.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Levantamento da Safra de Cana de Açúcar de 2014/2015*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_14_09_06_31_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_15-16.pdf>. Acesso em 30 de out. 2017.
- MARCONDES, Reynaldo C.; MIGUEL, Lilian A. P.; FRANKLIN, Marcos A.; PEREZ, Gilberto. *Guia para elaboração de trabalhos práticos e aplicados em administração e contabilidade*. São Paulo: Mackenzie, CCSA, 2016. Livro Eletrônico.
- MQ. Site institucional. Disponível em: <<http://www.metalquip.com.br/site/>>. Acesso em: 01 de out. 2017.
- OSTERWALDER, Alex; PIGNEUR, Yves. *Business Model Generation*. 2011. Disponível em: <<https://strategyzer.com/canvas/business-model-canvas>>. Acesso em: 05 de nov. 2017.
- PETERS, Ralph W. **Gaining commitments for effective preventive maintenance**. Modern Machine Shop. Feb98, Vol. 70 Issue 9.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nassif. *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS (2014, November). **Predictive Maintenance: is the timing right for predictive maintenance in the manufacturing sector?** Disponível em: https://www.rolandberger.com/en/Publications/pub_predictive_maintenance.html. Acesso em: 03 de jun.2018.
- SIMA, E. The Advantages of Implementing a Predictive Management within the Maintaining and Equipment Repair at an Enterprise which Produces Components for the Automotive Industry Including Technical Assistance and Services. 2009. *Studies in Business and Economics*. Disponível em: < <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/blg/journal/5317sima.pdf>>. Acesso em: 03 de Jun.2018.