

Lean Startup: o caso do desenvolvimento de Pivôs Centrais Autônomos

Leonardo Rubin Quaini (Universidade Federal de Santa Catarina) leonardoquaini42@gmail.com
Fernando Antônio Forcellini (Universidade Federal de Santa Catarina) fernando.forcellini@ufsc.br

Resumo:

A agricultura brasileira consome cerca de 70% da água utilizada no país, configurando-se como a atividade de maior consumo. A definição da lâmina bruta de água utilizada para a irrigação das plantações, no entanto, é realizada a partir da medição da umidade do solo com base no tato devido à dificuldade e custos de utilização de técnicas precisas, de modo que o cálculo de fornecimento de água às plantas é ineficiente. Dessa forma, realizou-se o estudo das dificuldades dos agricultores em relação ao manejo e gerenciamento da irrigação e propôs-se sistema de Pivôs Centrais Autônomos, cujas hipóteses construídas foram validadas com agricultores por meio da Metodologia *Lean Startup*. Para isso foram realizados ciclos de feedback Construir-Medir-Aprender, o que resultou em aprendizados acerca das necessidades dos clientes de gerenciamento remoto e manejo da irrigação. Por último, propôs o desenvolvimento de protótipo de monitoramento remoto do pivô central e das condições ambientais, bem como, definição de planos otimizados de irrigação.

Palavras chave: Lean Startup, Pivôs Centrais Autônomos, Experimentos.

Lean Startup: the case of the development of Autonomous Central Pivots

Abstract

Brazilian agriculture consumes about 70% of the water used in the country, constituting itself as the most consumed activity. The definition of the quantity of water used for irrigation of plantations, however, is performed by measuring soil moisture based on the tact due to the difficulty and costs of using precise techniques, so that the calculation of water supply is inefficient. Thus, the study of farmer's difficulties regarding irrigation management and management of central pivot systems was carried out, so a system of Autonomous Central Pivots was proposed, whose working hypotheses were validated with farmers through the Lean Startup Methodology. For this purpose, the Build-Measure-Learn feedback cycles were conducted, which resulted in learning about the clients needs of remote central pivot management and irrigation management. Finally, it was proposed the development of remote central pivot monitoring prototype and environmental condition monitoring prototype, as well as the definition of optimized irrigation plans.

Key-words: Lean Startup, Autonomous Central Pivots, Experiments.

1. Introdução

O método de irrigação mais comumente utilizado no Brasil para a produção de grãos são os pivôs centrais (Figura 1). Segundo Fernando, 2010, a tecnologia de pivôs centrais surgiu em 1948 e, em 1949, seu inventor, Frank L. Zybach, submeteu o invento para ser analisado, o qual foi patenteado em 1952, no Colorado, Estados Unidos.

Os pivôs são formados por estruturas metálicas suspensas a 4,5 m de altura que cobrem o raio de uma área agrícola circular e possuem ponto fixo no centro desse círculo, de modo que ao realizar o giro do raio sobre a plantação é aspergida água para irrigação.

O Brasil apresenta cerca de 20 mil pivôs centrais instalados e um crescimento médio de 1.800 pivôs centrais por ano (ANA, 2016).

Os sistemas de irrigação por pivô central permitem gerar grandes ganhos de produtividade que representam de 2 a 3 vezes a produção de áreas de sequeiro, no entanto, muitas vezes são negligenciadas as quantidades de água utilizadas na irrigação das plantações.

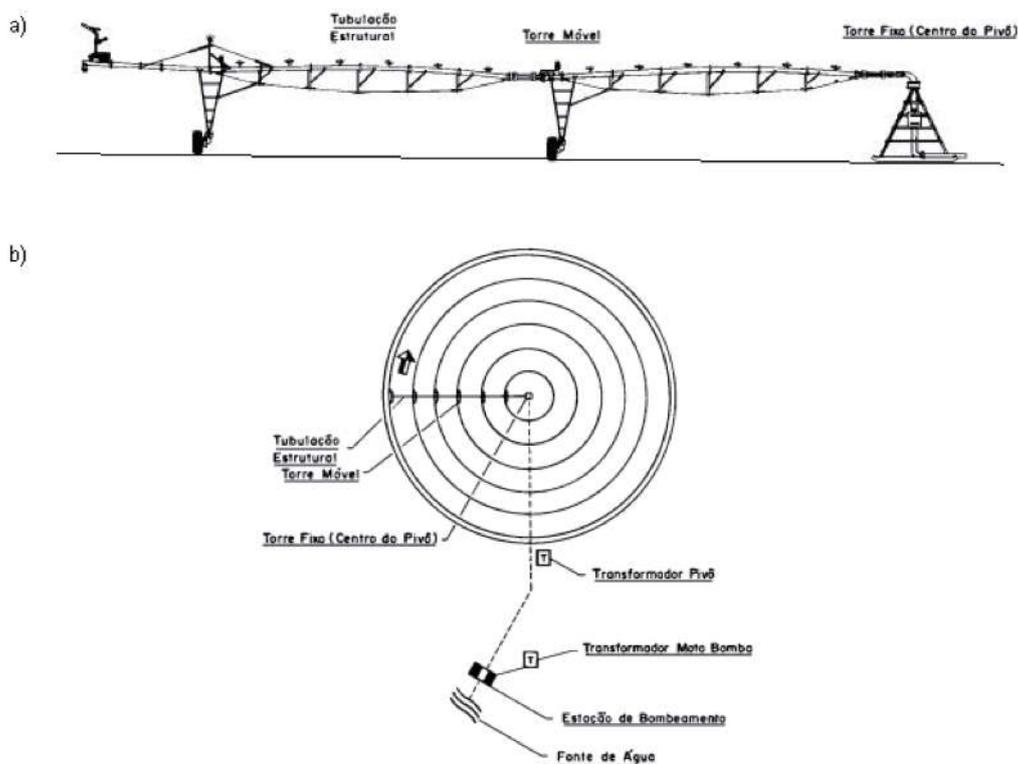


Figura 1 – Visão esquemática de um Pivô Central.

Fonte: https://www.agro.ufg.br/up/68/o/09_aula_Pivo.pdf

Essa negligência está associada à falta de tecnologia que realiza medição de variáveis de solo, clima ou plantas e permite aplicação do conhecimento de definição de quando e quanto irrigar à um custo atrativo ao produtor rural, bem como, informações ao agricultor de quanto poderia ser reduzido o custo, melhorado a produtividade da plantação, facilitado o manejo da irrigação e reduzido consumo de água. Como consequência, verifica-se uso incorreto da água no campo em inúmeras propriedades rurais brasileiras.

Dessa forma, ocorre redução de produtividade no campo e aumento de custos, visto que na situação em que é aplicada água em excesso na plantação, cria-se microclima propício a ocorrência de fungos e desenvolvimento de doenças nas plantas. Por outro lado, se aplicada menos água do que o necessário para as plantas ocorre estresse hídrico, reduzindo a germinação das sementes, a área foliar das plantas e capacidade de fotossíntese e redução do número de grãos produzidos e seu peso. Além desses aspectos, ocorre desperdício de água, cujo consumo por parte de pivôs centrais é elevado, em torno de 1 mil m³ de água por hora para um pivô central de 160 hectares, de acordo produtores.

A relação direta entre a quantidade de água aplicada e a produtividade do campo evidencia a importância da definição correta de água a ser aplicada. Dessa forma, constata-se que há uma lacuna no mercado em relação à definição de quando e quanto irrigar frente às técnicas disponíveis e os serviços que são oferecidos aos agricultores e o manejo geral da irrigação.

Assim, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de Pivôs Centrais Autônomos, baseado na abordagem *Lean Startup*. O sistema desenvolvido permite que os pivôs centrais atuem como unidades autônomas dentro das fazendas. Isso implica em redução de

custos, aliado à melhorias de manejo do campo, logística dos funcionários e aumento de produtividade.

2. Metodologia Lean Startup

A Metodologia Lean Startup (Startup Enxuta), representa uma abordagem para a criação de inovação contínua por meio da aplicação do pensamento enxuto ao processo de inovação.

Ries (2012) define Startup como “instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza (...) cujo objetivo é descobrir a coisa certa a criar – a coisa que os clientes querem e pela qual pagarão – o mais rápido possível”.

Segundo Ries (2012), dentre os princípios do pensamento enxuto que influenciaram o desenvolvimento da startup enxuta, podem ser ressaltados o aproveitamento do conhecimento e criatividade de cada funcionário, a produção *just in time*, a redução do tamanho dos lotes, o controle do estoque e a aceleração do tempo de ciclo.

A aplicação desse conhecimento ao empreendedorismo deu origem aos princípios de Aprendizagem Validada, ao ciclo de feedback Construir-Medir-Aprender e a Contabilidade para inovação.

A Aprendizagem Validada revela aos empreendedores se estão no caminho correto para o desenvolvimento de um negócio sustentável, validando cientificamente por meio de experimentos e testes frequentes (dados empíricos) se está sendo gerado valor aos clientes.

Para aplicar o método científico é necessário realizar experimentação com os clientes para a validação das hipóteses que sustentam o negócio. Os experimentos permitem verificar o comportamento real dos clientes, aprender sobre as suas necessidades e comportamentos inesperados.

Um experimento que segue o método científico inicia com a proposição de hipóteses e verifica-se empiricamente a validade do que foi proposto. As duas principais hipóteses a serem validadas são a hipótese de valor e a hipótese de crescimento. Segundo Ries, (2012), “Hipótese de valor é formulada para testar se o produto ou serviço de fato fornece valor aos clientes no momento em que estão utilizando. (...) Hipótese de crescimento é formulada para testar como os novos clientes descobrirão um produto ou serviço”.

Assim que validadas as hipóteses de valor e crescimento, deve-se desenvolver o Produto Mínimo Viável (MVP), o qual permite realizar o ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender, cerne do modelo da Startup Enxuta.

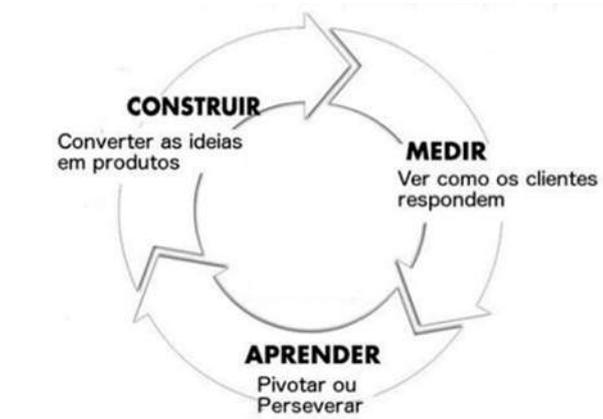


Figura 2 - Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender.

Fonte: Ries (2012).

Desenvolvido o MVP, deve-se medir o impacto gerado para constatar se os esforços futuros de desenvolvimento de um produto resultarão em um progresso real na construção de um negócio sustentável, para isso utiliza-se a contabilidade para inovação.

3. Desenvolvimento

Inicialmente, estrutura-se o problema por meio da ferramenta Canvas de Proposta de Valor, desenvolvida por Osterwalder e Pigneur (2011), e com o auxílio da ferramenta *Lean Canvas* é definido o modelo de negócio.

A metodologia *Lean Startup*, desenvolvida por Ries (2012), permite atribuir velocidade ao processo de validação da solução proposta, testando as suposições fundamentais do negócio e direcionando o desenvolvimento da inovação de acordo com o a aprendizagem validada.

A utilização do Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender e a Contabilidade para Inovação são as metodologias que garantem o rigor ao processo e uma profunda análise dos resultados obtidos.

3.1. 1º Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender

Aqui é apresentado o primeiro Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender, o qual foi realizado com o intuito de validar as principais funcionalidades do produto.

3.1.1. Definição das Hipóteses

A partir dos resultados obtidos por meio da elaboração do Canvas de Proposta de Valor, definiu-se as principais funcionalidades do produto, as quais são hipóteses a serem validadas com os clientes.

Hipótese 1.1: Os agricultores verificam que é despendido grande esforço para gerenciar o sistema de irrigação.

Hipótese 2.1: Agricultores consideram elevado o custo com energia ao final do mês e gostariam de reduzir esse custo.

Hipótese 3.1: Os agricultores preocupam-se com a possibilidade do pivô central desligar durante a irrigação e ser perdido turno de irrigação de menor custo (Entre às 21h e 6h).

Hipótese 4.1: Os agricultores gostariam de monitorar o status do sistema de irrigação remotamente.

Hipótese 5.1: Os agricultores gostariam de saber a umidade do solo para definir quando e quanto irrigar.

Hipótese 6.1: Os agricultores conhecem as soluções para melhoria dos pivôs centrais presentes no mercado.

Hipótese 7.1: Os agricultores estão buscando soluções para otimizar a irrigação.

3.1.2. Produto Mínimo Viável (MVP)

Aqui é apresentado o experimento realizado no 1º ciclo de feedback.

A validação das hipóteses iniciais associadas às funcionalidades da solução se deu por meio da interação direta, em reuniões, com agricultores proprietários de sistemas de irrigação por pivô central e agrônomos da região de Primavera do Leste, (Mato Grosso), cidade está que possui cerca de 200 pivôs centrais instalados.

A metodologia utilizada para validação das hipóteses tratou-se de questionamentos acerca do manejo da irrigação realizado na propriedade rural e interesses de investimentos do agricultor.

Na Tabela 1 pode-se verificar o questionário utilizado como direcionador dos contatos com os clientes.

Questionamentos para direcionamento do processo de Validação	
1	O senhor considera trabalhoso ou complicado o gerenciamento do sistema de irrigação? Como é feito o gerenciamento da irrigação em sua propriedade?
2	Qual o custo com energia elétrica para operação mensal do pivô? O senhor considera elevado o custo mensal com energia elétrica?
3	O senhor já apresentou problemas com desligamento inesperado do pivô central?
4	O senhor gostaria de monitorar remotamente o seu sistema de irrigação?
5	O senhor gostaria de ter a informação da umidade do solo para definir quanto irrigar?
6	O senhor conhece soluções presentes no mercado que podem ser utilizadas para melhoria do desempenho dos pivôs centrais?
7	O senhor está buscando por soluções que possam melhorar o desempenho do pivô central?

Tabela 1 - Questionamentos para direcionamento do processo de Validação 1º Ciclo de Feedback.

Fonte: Quaini, 2017

Como critérios de sucesso, devido ao fato do primeiro experimento não exigir uma ação dos clientes em relação ao produto, apenas análise das informações, adotou-se como critério que as hipóteses seriam validadas se mais da metade do público alvo as validassem, ou seja, uma taxa de aprovação superior a 50%.

O experimento foi realizado com 20 agricultores e todos os dados coletados foram sistematizados em uma Tabela 2 com o objetivo de facilitar a interpretação dos mesmos. As hipóteses validadas ao longo do experimento com cada agricultor são representadas pelo número 1, enquanto as hipóteses refutadas são representadas pelo número 0.

Agricultor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Resultado
Hipótese 1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	80%
Hipótese 2.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
Hipótese 3.1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	75%
Hipótese 4.1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	65%
Hipótese 5.1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	45%
Hipótese 6.1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15%
Hipótese 7.1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10%

Tabela 2 – Avaliação das Hipóteses do 1º Ciclo de Feedback. Fonte: Quaini, 2017.

Perseverar ou Pivotar?

Aborda-se nesse item a tomada de decisão de continuar a validação do problema ou propor mudanças.

A partir da análise dos resultados dos experimentos realizados no primeiro ciclo de feedback verifica-se que os agricultores possuem os problemas inicialmente identificados no manejo da irrigação, sendo viável a proposição de uma solução para resolução dos mesmos.

Bem como, verificou-se que as funcionalidades propostas estão de acordo com o planejado, realizados alguns ajustes.

Dessa forma, conclui-se que é importante para os próximos passos do projeto a realização de um projeto conceitual da solução, de modo a validá-la com os clientes.

3.2. Solução – Projeto Conceitual

A partir da análise do Canvas de Proposta de Valor, *Lean Canvas* e da validação do problema com os agricultores é possível elaborar um projeto conceitual da solução, ou seja, definir do

ponto de vista de produto como serão proporcionados aos clientes a proposta de valor criada.

Na figura 3 observa-se o conceito da geração de valor ao agricultor, desde a instalação de sensores no campo para coleta de dados até os resultados financeiros esperados.

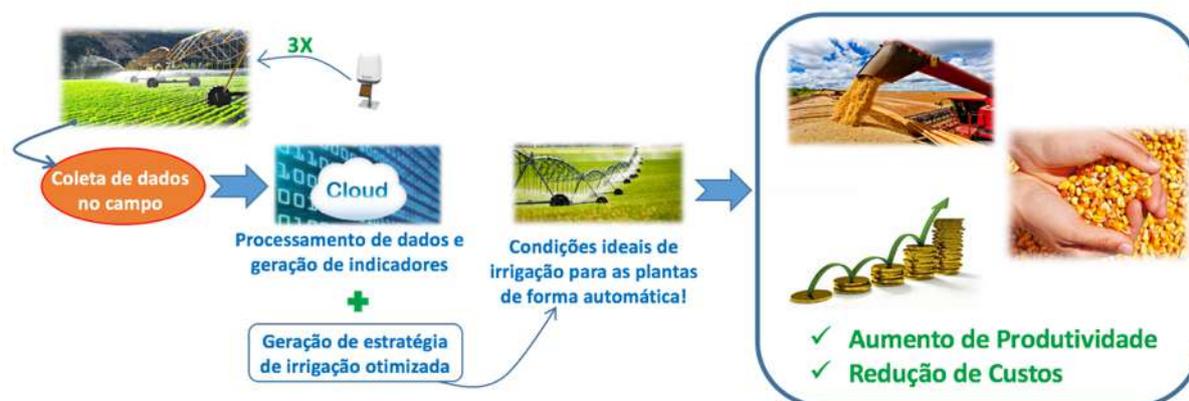


Figura 3 - Geração de Valor ao Agricultor. Fonte: Quaini, 2017

De acordo com as citações da literatura e informações fornecidas pelos agricultores ao longo do primeiro ciclo de feedback verifica-se a importância da concepção de uma solução modular, robusta, de fácil utilização e instalação (*Plug&Play*).

Dessa forma, propõe-se a solução Pivôs Centrais Autônomos, a qual tem a funcionalidade de tornar os Pivôs Centrais unidades Autônomas. Ou seja, os sistemas serão capazes de sensoriar e atuar autonomamente no ambiente com o objetivo de executar as tarefas para os quais foram projetados.

A solução será organizada em 4 módulos, de modo que os clientes podem adquirir o sistema completo ou o módulo que lhes for de interesse. Abaixo constam os módulos definidos.

- 1) Módulo de Monitoramento Remoto do Pivô Central;
- 2) Módulo de Medição das Condições Ambientais;
- 3) Módulo de Planos Otimizados de Irrigação / Manejo da Irrigação;
- 4) Módulo de Controle Remoto do Pivô Central.

A solução Pivôs Centrais Autônomos resulta da integração dos 4 módulos acima apresentados, de modo que o sistema é capaz de identificar a posição e condições do pivô central e as condições ambientais locais por meio de sensoriamento e atuar autonomamente para realização da irrigação.

O principal objetivo da solução é otimizar a utilização dos recursos, como água, energia elétrica e capital humano, de modo a garantir aumento de produtividade, redução de custos e redução da pressão sobre o meio ambiente.

A otimização da irrigação se dará por meio da geração de planos otimizados de irrigação, os quais considerarão a medição da umidade do solo, informações climáticas, dados de data de plantio, cultura e variedade inseridas pelo agricultor.

Dessa forma, o sistema coordena a execução dos planos de irrigação pelo pivô central e gera relatórios acerca dos resultados obtidos. A partir do resultado das irrigações realizadas, as informações acerca da quantidade de água aplicada e o que se esperava como resultados são comparados, de modo a ajustar a calibração de quanto irrigar.

3.3. 2º Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender

No presente item é apresentado o segundo Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender com

o objetivo de verificar as hipóteses de valor e crescimento do modelo de negócio.

3.3.1. Definição das Hipóteses

Hipótese de Valor: Os clientes pagariam R\$ 40 mil pela solução.

Hipótese de Crescimento: Os clientes indicariam a solução aos amigos.

3.3.2. MVP

O presente item visa apresentar o experimento realizado no 2º ciclo de feedback.

O experimento realizado no segundo ciclo de feedback organiza-se como proposto no ciclo anterior. No entanto, conforme resultados do primeiro ciclo e desenvolvimento do projeto conceitual, apresentou-se aos agricultores, nesse segundo experimento, os benefícios gerados pelo produto, como facilidades proporcionadas pela utilização da solução, benefícios ambientais e retorno financeiro estimado para a validação das hipóteses.

- Retorno financeiro gerado ao agricultor

Aqui expõe-se as premissas assumidas para a construção da simulação do retorno financeiro gerado ao agricultor.

Premissa 1: Pivôs centrais apresentam taxa de desligamento inesperado de 10%.

Premissa 2: A solução proposta é capaz de resultar em aumento de produtividade de uma saca de soja por ano em cada hectare.

Premissa 3: A solução proposta é capaz de resultar em economia de 5% de energia elétrica.

Premissa 4: A solução proposta é capaz de otimizar o gerenciamento da irrigação e reduzir um funcionário da equipe de irrigação.

A partir da elaboração das premissas, coletou-se dados acerca do custo da energia e de funcionário e estruturou-se dois possíveis cenários de retorno ao agricultor utilizando a solução proposta.

A construção dos cenários se baseia em um período de irrigação de 4 meses ao ano e uma área irrigada de 100 hectares.

O Cenário 1 considera a situação em que ocorre desligamento inesperado do pivô central, sem que o mesmo re-start automaticamente, cerca de 10% das vezes que é operado, o que resulta em um custo adicional de irrigação no intervalo de Energia Rural de R\$ 14.617,92 em um período de 4 meses, o que seria evitado com a solução de Alarme inesperado de desligamento proposto na solução. Soma-se a isso o aumento de produtividade decorrente dos planos otimizados de irrigação, os quais proporcionam um retorno estimado de R\$ 6.000,00 para o agricultor ao longo de um ano, bem como, a redução no consumo de energia devido à otimização do uso do equipamento proporcionaria redução de custo de R\$ 3.600,00, de modo que o agricultor que utilizasse a solução proposta obteria um retorno financeiro total de R\$ 24.217,92 no primeiro ano. Isso significa que considerando a hipótese de custo da solução em torno de R\$ 40 mil, o prazo estimado de retorno do investimento na solução seria de cerca de 20 meses.

O Cenário 2 considera, além dos itens anteriormente citados, a situação na qual o agricultor tem a possibilidade de reduzir a equipe de irrigação, de modo a ter um menor custo direto com a atividade. Dessa forma, considerando-se o custo anual de R\$ 42.000,00 por funcionário, o retorno da solução viria logo no primeiro ano de utilização da solução, mostrando-se uma opção atrativa de investimento ao agricultor.

Desligamento inesperado do pivô central	
Número de desligamentos mensal	3
Número de desligamentos totais (4 meses)	12
Custo/desligamento (R\$)	- 1.218,16
Resultado financeiro (R\$/ano)	- 14.617,92
Planos Otimizados de Irrigação	
Aumento de 1 saca por hectare por ano (R\$)	60,00
Área utilizada (hectares)	100
Resultado financeiro (R\$/ano)	6.000,00
Redução no consumo de Energia Elétrica	
Consumo mensal (R\$)	18.000,00
Redução de 5% de consumo (R\$)	900,00
Resultado financeiro (R\$/ano)	3.600,00
Cenário 1 – Resultado anual (R\$)	24.217,92
Redução de 1 funcionário	
Custo mensal (R\$)	3.500,00
Custo anual (R\$)	42.000,00
Cenário 2 – Resultado anual (R\$)	64.217,92

Tabela 3 - Simulação de Retorno Financeiro para a solução proposta. Fonte: Quaini, 2017

Após a apresentação dos benefícios da solução proposta aos agricultores, foram verificados os itens a seguir descritos.

Questionamentos para direcionamento do processo de Validação	
1	O senhor compraria a solução proposta por um custo médio em torno de R\$ 40 mil?
2	Você recomendaria a seus amigos a solução proposta? Qual seria o principal ponto evidenciado na recomendação?

Tabela 4 - Questionamentos para direcionamento do processo de Validação. Fonte: Quaini, 2017

- Critérios de Sucesso

Os critérios de sucesso utilizados para a validação das hipóteses anteriores são:

1. Cerca de 30% dos agricultores confirmarem que gostariam de comprar a solução proposta.
2. 60% dos agricultores recomendarem a solução a amigos.

- Dados Coletados

Agricultor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Resultado
Hipótese de Valor	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	38%
Hipótese de Crescimento	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	1	-	-	100%

Tabela 5 - Avaliação das Hipóteses do 2º ciclo de feedback. Fonte: Quaini, 2017

3.3.3 Contabilidade para Inovação - Avaliação dos dados coletados com agricultores

A partir da realização dos experimentos com os agricultores verificou-se que de acordo com os benefícios oferecidos aos agricultores, cerca de 38% deles comprariam a solução proposta, validando assim a hipótese de valor. No entanto, o experimento apresenta a limitação de não efetivar a venda, o que não assegura que a mesma será realizada com taxa de 38% de sucesso.

Além do custo do produto aos agricultores, as condições de pagamento e financiamento influenciam a decisão de aquisição do produto. Uma alternativa de solução a esse problema é facilitar as condições de compra oferecidas aos agricultores, com o oferecimento de linhas de crédito que permitem compra de equipamentos agrícolas com imposto acessível ao agricultor e

que mantenha a solução com retorno atrativo. Em relação à hipótese de crescimento, verificou-se que os agricultores que comprariam a solução indicariam a um amigo caso funcionasse adequadamente, o que valida a hipótese apresentada. De qualquer maneira, deve ser considerado o fato que a recomendação da solução a um amigo pode ocorrer de forma espontânea por parte do agricultor, ou por meio de interrogação direta em um diálogo, o que requer conhecimento prévio da solução por parte do interlocutor.

Dessa forma, verifica-se que não basta a solução operar corretamente para que seja recomendada, mas o público de agricultores da região deve ter conhecimento da existência da solução, sendo necessário investimento em marketing para essa disseminação de informação.

Perseverar ou Pivotar?

A partir dos resultados obtidos em contato com os agricultores verificou-se que há interesse por parte do mercado em solução de automação de pivôs centrais, visto tendência de informatização do campo, ao mesmo tempo que existem empecilhos à implementação que devem ser superados.

As validações das hipóteses até o momento executadas sustentam a tomada de decisão de prosseguir com o desenvolvimento da solução, de modo a fornecer produto inovador ao mercado e contribuir para o desenvolvimento da agricultura.

Dessa forma, propõe-se a realização de um terceiro ciclo de feedback utilizando-se protótipo da solução para validar outras hipóteses do modelo de negócio e produto com os agricultores.

3.4. 3º Ciclo de Feedback Construir-Medir-Aprender

No presente item é apresentado o terceiro Ciclo de Feedback Construir- Medir-Aprender com o objetivo de validar hipóteses de implementação e uso da solução proposta.

3.4.1. Definição das Hipóteses

Abaixo estão definidas as hipóteses a serem validadas no presente ciclo de feedback.

Hipótese 1: Operadores de pivô central consultarão a ferramenta para definir quando e quanto irrigar.

Hipótese 2: Operados de pivô central configurarão o pivô central remotamente.

Hipótese 3: Agricultores verificarão o status do sistema de irrigação remotamente.

Hipótese 4: Agricultores confiarão na solução proposta para realizar o gerenciamento da irrigação.

Hipótese 5: Agricultores e Operadores de pivô central não apresentarão dificuldades para utilizar o sistema.

As quatro primeiras hipóteses a serem validadas estão relacionadas ao valor da solução percebido pelos usuários, enquanto a hipótese 5 está relacionada a usabilidade da solução.

3.4.2. Matriz de Priorização do desenvolvimento do Protótipo

Neste item apresenta-se a priorização de desenvolvimento dos módulos apresentados no Projeto Conceitual.

A solução Pivôs Centrais Autônomos proposta implica o desenvolvimento de um sistema completo de automação do pivô central e desenvolvimento de algoritmos que permitem otimizar a operação do equipamento.

Dessa forma, seguindo princípios de Produto Mínimo Viável da metodologia Lean Startup,

verifica-se que a validação ideal não consiste em desenvolver todo o sistema e colocá-lo em operação para verificar se os agricultores adotariam a solução, devendo ser priorizado o desenvolvimento dos módulos que permitem entregar valor ao cliente e validar as hipóteses do negócio.

3.4.3. MVP – Prototipagem

Como o objetivo da iteração do ciclo de feedback é aprender utilizando o mínimo de recursos, tanto capital financeiro e humano quanto de tempo, o protótipo será desenvolvido por meio da integração de componentes já presentes no mercado e comumente utilizados em prototipagem, como é o caso da plataforma Arduino e sensores comerciais.

O protótipo apresenta tanto componentes de Hardware como Software, sendo que o Hardware é responsável por realizar a coleta e transmissão de dados no campo e o Software permite a interação do usuário com o sistema, bem como, permite a implementação dos planos otimizados de irrigação.

Com relação ao Hardware, a comunicação entre os módulos utiliza dois transmissores distintos, os quais são empregados, respectivamente, para comunicação de curta distância e comunicação de longa distância, ambos na faixa de 902 – 928 MHz. A comunicação de curta distância está relacionada ao envio de dados dos Módulos Medidores de Umidade e Módulo de Monitoramento Remoto do Pivô Central para o Módulo de Pluviometria, o qual realiza comunicação de longa distância com o Módulo Sede, que apresenta conexão à Internet. O transmissor de curta distância apresenta baixo consumo de corrente por transmissão, sendo por isso utilizado nos Módulos Medidores de Umidade, os quais são alimentados com baterias. O Módulo de Monitoramento Remoto do Pivô Central também utiliza comunicação de curta distância. O transmissor de longa distância é utilizado apenas no Módulo de Pluviometria e no Módulo Sede, os quais estão conectados à rede de energia elétrica.

Com relação ao Software, a plataforma desenvolvida para operacionalização da solução é formada por três elementos principais:

1. Banco de Dados (BD)
2. Sistema de Gerenciamento do Banco de Dados
3. Aplicativo – Interface com o usuário

A plataforma tem como principais funcionalidades verificar dados recebidos do campo, calcular plano otimizado de irrigação e informar aos usuários as condições do sistema em tempo real.

O Banco de Dados é responsável por armazenar todas as informações do sistema, como Fazendas, Usuários, Pivô Centrais, Localizações e demais itens.

O Sistema de Gerenciamento do Banco de Dados permite realizar o gerenciamento das informações, como a inserção de novos usuários, modificação de elementos do BD, buscas por categoria de dados, representando assim o elemento de administração do sistema.

O Aplicativo é o elemento de maior valor aos usuários, visto que é o elemento responsável pela interação com os usuários. Dessa forma, buscou-se desenvolver uma solução de fácil utilização e bastante intuitiva.

Para o Módulo de Monitoramento Remoto do Pivô Central, o mesmo será instalado na extremidade do pivô, uma vez que o módulo abriga o GPS e esse é o ponto no qual o ocorre maior deslocamento durante a movimentação.

As informações medidas pelo módulo em campo são transmitidas até o Módulo Sede e então adicionadas em Banco de Dados para visualização por parte dos usuários. A visualização das informações pode ser realizada em *dashboard* amigável via aplicativo mobile ou sistema Web.

As figuras 4 e 5 mostram as interfaces desenvolvidas.

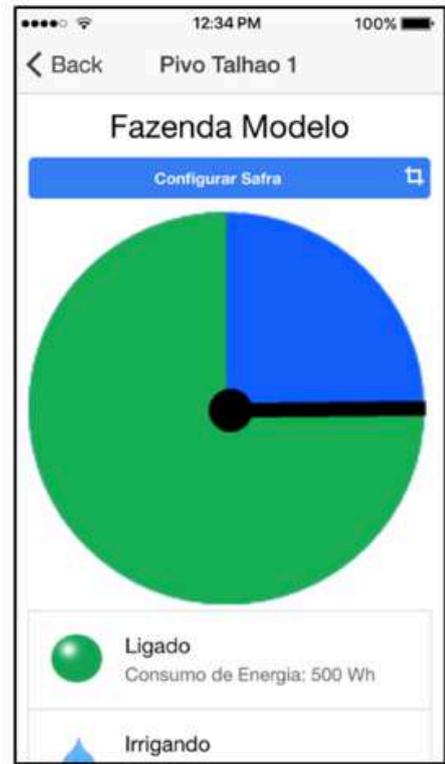


Figura 4 - Interface Monitoramento Remoto do Pivô Central (1). Fonte: Quaini, 2017.

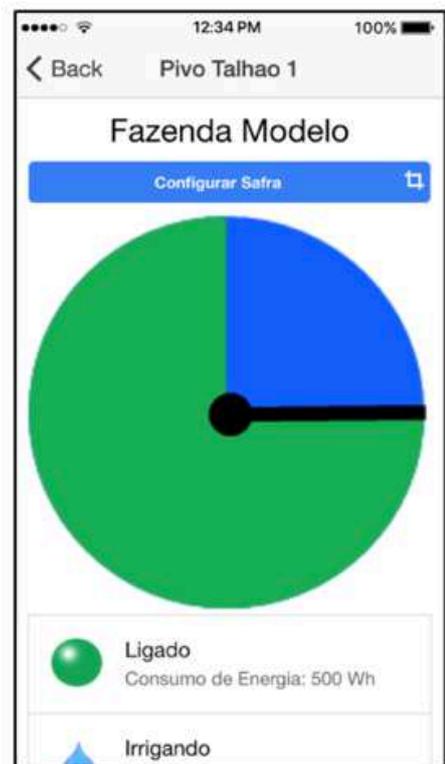


Figura 5 - Interface Monitoramento Remoto do Pivô Central (2). Fonte: Quaini, 2017.

4. Conclusões

A utilização da metodologia *Lean Startup* no presente trabalho mostrou-se extremamente eficiente em relação à estruturação das etapas de validação da solução e encaminhamentos para a elaboração do projeto conceitual.

A condução dos experimentos viabilizou a identificação das reais necessidades dos clientes e dores vividas no dia a dia do campo, permitindo assim o direcionamento do desenvolvimento da solução, sendo essencial a agilidade proporcionada pela metodologia *Lean Startup*, pois permite a obtenção de resultados rápidos para então desenvolver uma solução de engenharia que resolva os problemas dos clientes.

O contato direto com o mercado e feedbacks reduz o risco de lançamento no mercado de uma solução, sendo a experimentação a principal ferramenta para verificação do valor da solução proposta e também da escalabilidade desejada. A utilização da Metodologia *Lean Startup* no desenvolvimento de ciclos rápidos em software é algo facilmente executável, de modo que a coleta de dados com um grande grupo de pessoas para obtenção de feedbacks pode ser feita remotamente, necessitando para isso apenas acesso a um link. No entanto, uma dificuldade verificada na realização do projeto está na introdução de um ciclo de feedback que necessita o desenvolvimento de hardware para ser executado, surgindo assim diversas etapas e problemas que possuem dinâmica de execução mais lenta do que a implementação de software, como por exemplo, a compra e entrega de componentes e equipamentos, necessidade de equipamentos específicos para testes, impressão de circuitos, soldagem das placas e testes. Além disso, a identificação de erros em hardware é mais demorada do que no software.

Esses pontos de dificuldade evidenciam o quanto é importante a escolha de um Produto Mínimo Viável que utilize o mínimo de recursos necessários, pois o desenvolvimento de um protótipo com mais funcionalidades do que o necessário para validação das hipóteses acarreta em aumento da complexidade, tempo e custo de desenvolvimento.

Referências

ANA, 2106. Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil -2014: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. – Brasília.

OSTERWALDER, A., PINGEUR, Y., *Business Model Generation – Inovação em Modelo de Negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários*. Rio de Janeiro, RJ. Alta Books. 2011.

QUAINI, L. R. *Desenvolvimento de Pivôs Centrais Autônomos utilizando a abordagem Lean Startup*. TCC Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017.

RIES, E. *A Startup Enxuta: Como os empreendedores atuais utilizam inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas*. São Paulo: Leya Editora, 2012.