

Aplicação do Lean Startup no desenvolvimento de um dispositivo para gestão inteligente de energia

The use of Lean Startup methodology to develop a device for the intelligent management of energy

Diego de Castro Fettermann¹, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Jadson Barbosa², Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Materiais

Luiz Philipi Calegari³, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

RESUMO

A Internet of Things apresenta diversas oportunidades para conectar dispositivos. A literatura ainda aponta o potencial de utilização desta tecnologia na automação residencial, incluindo no monitoramento de recursos utilizados nas residências, tais como a energia. Este artigo tem por objetivo identificar os principais atributos que um dispositivo para mensurar o consumo de energia deve apresentar para o consumidor residencial. O desenvolvimento do estudo foi realizado utilizando a metodologia Lean Startup associado a aplicação de uma pesquisa de mercado utilizando Choice Based Conjoint Analysis. Os resultados da survey de 104 respondentes indicaram a melhor configuração do dispositivo com monitoramento central na residência, acompanhamento dos dados de consumo por aplicativo e com a possibilidade de acionamento remoto como a configuração mais adequada para os clientes.

Palavras-chave: Internet of Things, Industria 4.0; medidor inteligente, Brasil, customização.

Editor Responsável: Prof.
Dr. Hermes Moretti Ribeiro da
Silva

ABSTRACT

The internet of Things offers several opportunities to connect devices. The literature pointed out the possibility to use this kind of technology in household automation, including monitoring natural resources used in homes, such as electricity. This article aims to identify the main features for an energy smart measuring device for household customers. The study used the Lean Startup Methodology associated with market research using Choice-Based Conjoint Analysis. The results of a survey with 104 respondents point out the best configuration for the features of the device is with central monitoring in home, following the consumption data by an app and with the possibility of remote control.

Keywords: Internet of Things, Industry 4.0; smart meter, Brazil, customization.

1. Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476 - Campus Universitário - Trindade, 88040-900 - Florianópolis/SC - Brasil, dcfettermann@gmail.com; 2. jadsonbarbosab@gmail.com; 3. luizpcalegari@gmail.com

FETTERMANN, D.C.; BARBOSA, J.; CALEGARI, L.P. Aplicação do Lean Startup no desenvolvimento de um dispositivo para gestão inteligente de energia. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 1, p. 192 - 211, 2020.

DOI: 10.15675/gepros.v15i1.2458

1. INTRODUÇÃO

O termo *Internet of Things* (IoT) apresenta uma nova era em relação a possibilidade de conectar dispositivos (TAO *et al.*, 2016). A aplicação de tecnologias IoT permite transformar objetos tradicionais em inteligentes a partir da aplicação de tecnologias de comunicação, sensores, redes, protocolos de internet entre outras (THAMES; SCHAEFER, 2016). Esses objetos passam a possuir identidade própria com capacidade de comunicação entre si e com o usuário (KIRITSIS, 2011). A IoT também está relacionada ao termo Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial, que se refere à forma de organização e gerenciamento de cadeias de valor da infraestrutura da indústria manufatureira utilizando sensores e atuadores (DELOITTE, 2015). Tanto o IoT quanto a indústria 4.0 estão avançando rapidamente, com adaptação de infraestruturas e aceitação do público, impulsionadas principalmente pela possibilidade de “coisas interconectadas” (BATISTA *et al.*, 2017).

A adoção de tecnologias IoT nos produtos permite o seu monitoramento, customização, predição de comportamentos entre outros benefícios (PORTER; HAPPELMANN, 2014), apresentando possibilidades de criação de valor a todos stakeholders envolvidos no processo (NORONHA *et al.*, 2014). São verificados casos de aplicação em diversos tipos de produtos, tais como automotivo, saúde, comunicação (PORTER; HEPPELMANN, 2015; TAKENAKA *et al.*, 2016). A literatura ainda aponta o potencial de utilização desta tecnologia na automação residencial (BONINO *et al.*, 2012; KHEDKAR; MALWATKAR, 2016), incluindo no monitoramento de recursos utilizados nas residências, tais como a energia (LLORET *et al.*, 2016; KAUR; KUMAR, 2018).

No mercado de energia elétrica, os sistemas de gestão de energia melhoraram com a possibilidade de integração proporcionada pela *Internet of Things* (BORNSCHLEGL *et al.*, 2013). Empresas desse setor usam energias renováveis e estratégias baseadas na comparação de dados de indicadores chave de consumo de dispositivos elétricos com a big data do local para desligar equipamentos e garantir a redução do consumo (BORNSCHLEGL, *et al.*, 2013). No Brasil, as indústrias ainda são o setor que mais consome energia elétrica, com participação de 28,8% no consumo, mesmo assim a participação do consumo residencial ainda é significativo, representando 23,3% do consumo (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017).

Empresas do mercado de energia já utilizam medidores inteligentes na rede elétrica de distribuição há algum tempo, pois favorecem a economia de energia e o seu uso mais eficiente (JÄRVENTAUSTA *et al.*, 2010). Um desses medidores inteligentes é um dispositivo que capta o consumo energético em intervalos regulares, disponibilizado a informação em uma central de armazenamento de dados (KLEMENJAK *et al.*, 2015). Esse dispositivo permite o parecer imediato sobre o consumo de energia, aumenta a consciência com relação ao estado da rede elétrica, favorece a utilização de tarifas baseadas no tempo e a possibilidade de ligar e desligar o fluxo de eletricidade de maneira mais rápida (KLEMENJAK *et al.*, 2015).

Tendo em vista essa aplicação, este trabalho tem por objetivo identificar os principais atributos que um dispositivo para mensurar o consumo de energia deve apresentar para o consumidor residencial. Os resultados visam desenvolver identificar os requisitos para o Mínimo Produto Viável (MVP) deste produto por meio da aplicação da metodologia Lean Startup. O método Lean Startup propõe diminuir custo e o tempo de desenvolvimento de uma nova ideia de negócio, baseando-se para isso em uma aprendizagem constante com os clientes por meio de suas reais necessidades (RIES, 2011). Apesar da sua elevada disseminação no mundo corporativo e acadêmico, o Lean Startup como metodologia ainda é relativamente novo e não possui, ainda, uma literatura estabelecida (TERHO, 2015). A metodologia Lean Startup é constituída pelas etapas de “Construir – Medir – Aprender”, nas quais o problema, produto e hipóteses são desenvolvidos e validados constantemente. Dessa forma, a cada ciclo se cria um MVP mais barato que o anterior que possa ser colocado no mercado em menor tempo (RIES, 2011).

Para mensurar o interesse dos consumidores da classe residencial sobre o dispositivo e desenvolver o MVP foi realizada uma Análise Conjunta baseada em escolha por meio de uma pesquisa de mercado com 104 participantes. Os resultados buscam identificar os atributos mais valorizados para um dispositivo para mensurar o consumo de energia elétrica de acordo com a escala de valor do consumidor, sendo que sua implementação pode contribuir para a redução do consumo de energia e manutenção dos recursos hídricos do país.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Lean Startup*

O emprego do pensamento enxuto associado processo de inovação e empreendedorismo é denominado de Lean Startup (RIES, 2011). A origem do Lean Startup está baseado na filosofia Lean. De mesma forma que o sistema Lean de produção, o Lean Startup também procura proporcionar o aumento do valor entregue ao cliente, redução dos tamanhos dos lotes e dos desperdícios (RIES, 2011). Uma pesquisa conduzida por Pantiuchina (2017) para avaliar o nível de implementação do Lean Startup em 1526 startups de software, apresenta que 229 delas já aplicam o método em sua totalidade, por meio da constante validação de hipóteses, lançamentos de MVP's e a realização pivôs quando necessário. Apesar do Lean Startup apresentar suas primeiras aplicações na indústria de desenvolvimento de software, os seus princípios se apresentam disseminados para contextos muito além do cenário típico de empreendimentos de alta tecnologia (LOCKETT *et al.*, 2005). Nos últimos anos, a aplicação do Lean Startup também se desenvolveu fora área de software, com aplicações em outras áreas e empresas, como as multinacionais General Electric, 3M e Intuit (EDISON *et al.*, 2016). Uma recente pesquisa com 170 executivos corporativos apresenta que 82% utilizam algum dos elementos do método Lean Startup no seu contexto (KIRSNER, 2016).

Dentro do método de Lean Startup é apresentado o conceito de Mínimo Produto Viável (MVP- *Minimum Viable Product*), termo originalmente apresentado por Frank Robinson em 2001 e então disseminado por diversos autores sobre o tema, como Eric Ries e Steven Blank (LENARDUZZI, 2016). O MVP consiste em uma versão de um novo produto, que permite o time de projeto coletar com mínimo de esforço possível o máximo de aprendizado validado acerca de seus consumidores. O MVP direciona a empresa validar hipóteses fundamentais relacionadas ao modelo de negócios por meio da experimentação e validação com o cliente, evitando desperdício de tempo, recursos e dinheiro (EISENMANN, 2013). O princípio do MVP está embasado que ao construir um produto iterativamente e focado nas necessidades dos clientes reduz o risco de fracasso no mercado (LENARDUZZI, 2016). O método proposto por Ries (2011), posteriormente abordado também por Eisenmann (2013) e Blank (2013) está no princípio de que o desenvolvimento de uma startup pode ser mensurado pela quantidade de aprendizado gerado acerca de como obter um modelo de

negócios sustentável, por meio dos diversos MVP's. Esse aprendizado deve seguir um ciclo padrão, denominado 'construir-medir-aprender', ou simplesmente ciclo de feedback (RIES, 2011).

A primeira etapa do ciclo, denominada 'construir' consiste na elaboração de hipóteses fundamentais ao negócio e na subsequente criação de um produto ou de um protótipo que proporcione a validação dessa hipótese com o cliente. A etapa de medir propõe mensurar os resultados obtidos na etapa de experimentação (construção) e adquirir conhecimento para direcionar os resultados para o exposto no plano de negócios (RIES, 2011). A partir dos resultados obtidos e da elaboração do MVP precisa-se avaliar o processo (BLANK, 2013). Neste sentido, a etapa de aprender propõe a possibilidade de correção das hipóteses e do plano do processo, podendo perseverar nas hipóteses estabelecidas ou pivotar (EISENMANN; 2013).

2.2 Conjoint Analysis

A análise conjunta (AC) pode ser descrita como um método de pesquisa de mercado que utiliza conceitos de Projeto de Experimentos e Análise de Regressão com o objetivo de estimar a preferência do consumidor sobre diversos atributos de um produto (GREEN *et al.*, 2001). Na literatura, também é frequente ser denominada de Análise de Preferência Conjunta, (PRETTO e ARTES, 2009), Preferência Declarada, Planejamento Conjunto, Análise Paritária, Preferência Declarada ou *Trade-Off Analysis* (BATTESINI *et al.*, 2005). A Choice-Based Conjoint Analysis (CBCA), ou análise conjunta baseada em escolhas, é uma técnica que pode ser utilizada para obter as preferências dos clientes em relação aos atributos do produto, a partir da escolha de alternativas (ASIOLI *et al.*, 2016). As informações obtidas permitem estimar a função utilidade do consumidor (GENSLER *et al.*, 2012), isto é, quais atributos possuem maior peso na preferência do consumidor. As preferências dos consumidores são obtidas a partir de situações hipotéticas de escolha (TRAIN; WILSON, 2008). A utilização de projetos fatoriais completos e fracionados são frequentemente utilizados na literatura (HEIDE; OLSEN, 2017; SCHERER *et al.*, 2017; DE PELSMAEKER *et al.*, 2017) para a montagem dos cenários e podem ser considerados uma estratégia eficiente para a coleta de dados (SANKO, 2001).

A quantidade de cenários apresentados aos respondentes apresenta efeito direto no esforço imposto para a resposta (SANKO, 2001). Um esforço exagerado para a resposta pode

resultar em erros, mas que pode ser evitado por meio do balanceamento no número de escolhas (TOUBIA *et al.*, 2004). Para projetos com muitos fatores de diversos níveis, ainda é frequente utilizar a técnica de blocagem, que divide o projeto experimental principal em um número fixo de grupos (BRIDGES *et al.*, 2011). Os blocos, ou *choice set*, é uma técnica utilizada na literatura para visualizar atributos que variam continuamente em uma região (LOUVIERE *et al.*, 2000), o que permite localizar padrões em grandes conjuntos de dados (MILLER, 2007). Caso o número de perguntas seja extenso, o experimento pode ser dividido em blocos designados aumentando a eficiência da resposta (JOHNSON *et al.*, 2013).

A Análise Conjunta baseada em Escolhas apresenta como resposta a escolha do respondente. A partir desse tipo de repostam, a avaliação dos parâmetros estimados é feita de acordo com a técnica de Regressão Logística. A principal característica da regressão logística é de determinar qual a probabilidade que um evento possui de ocorrer e quais os fatores que mais afetam a sua ocorrência ou não (TABACHNICK; FIDELL, 2007). Por exemplo, pode ser mensurada qual probabilidade que uma determinada pessoa possui de escolher um certo atributo baseando-se no seu sexo, tipo de residência, renda e gasto médio com a fatura de energia. A Equação 1 expressa o modelo genérico de regressão logística, em que é representada a probabilidade $P(1)$ do evento acontecer, baseando-se no cenário escolhido. α e β_i representam parâmetros do modelo e X_i o comportamento dos atributos na decisão do consumidor.

$$P(1) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum \beta_i X_i)}} \quad (1)$$

Para verificar a sensibilidade do modelo obtido por meio da regressão logística, é utilizada a análise da curva ROC. Valores acima de 0,7 indicam uma boa aproximação do modelo (TABACHNICK; FIDELL, 2007). Para equacioná-lo, foi montado um roteiro onde foram analisadas primeiramente as interações entre as características do público-alvo (casa própria ou alugada, renda e valor da fatura) e posteriormente as interações entre atributos do produto.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para desenvolver o MVP foi aplicada a metodologia *Lean Startup*, baseando-se no ciclo Construir-Medir-Aprender, proposto por Ries (2011). O estudo foi realizado durante o primeiro semestre de 2017 e consiste na validação de um MVP definir os atributos de um dispositivo para mensurar o consumo de energia deve apresentar para o consumidor residencial.

3.1 Construir

O projeto do produto a ser desenvolvido foi nomeado de Connecta. O dispositivo tem a funcionalidade de medir o consumo de energia em residências e o sistema é composto pelo dispositivo que mede o consumo de energia, o qual é acoplado entre plug e tomada, permitindo também o acionamento remoto daquele ponto de energia. Os dados gerados são transmitidos por meio de tecnologia sem fio para um modem conectado à rede de computadores, possibilitando que sejam tratados na nuvem e que as informações cheguem até o aplicativo para *smartphone*. Para a definição do MVP, foram definidos atributos do produto de acordo com dispositivos semelhantes já disponibilizados no mercado.

3.2 Medir

A etapa “Medir” é responsável por avaliar e mensurar a agregação de valor dos atributos selecionados para o produto com os potenciais clientes por meio de uma pesquisa de mercado. A mensuração da importância de cada atributo do produto foi feita a partir da aplicação de uma *survey* estruturada de acordo com as recomendações de aplicação da Análise Conjunta baseada em Escolhas. Este método é frequentemente utilizado na literatura para mensurar o nível de agregação de valor de cada atributo dos produtos, sendo recomendada sua aplicação em razão de melhor representar o processo de escolha dos produtos por parte dos clientes (ELROD *et al.*, 1992; MOORE *et al.*, 1998). A construção do instrumento de pesquisa e a coleta de dados foi realizada com auxílio da plataforma de pesquisa online Qualtrics®. A pesquisa foi distribuída *online* e divulgada ao público alvo principalmente nas redes sociais. Os dados da pesquisa foram analisados por meio do software SPSS® v.23.

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 1, p. 192 - 211, 2020.

3.3 Aprender

A partir dos resultados obtidos na survey a equipe de projeto vai interpretar os resultados e definir a configuração indicada para o dispositivo. Estes resultados devem validar a idéia inicial de MVP e a equipe de projeto deve decidir em prosseguir ou pivotar a configuração inicial do dispositivo.

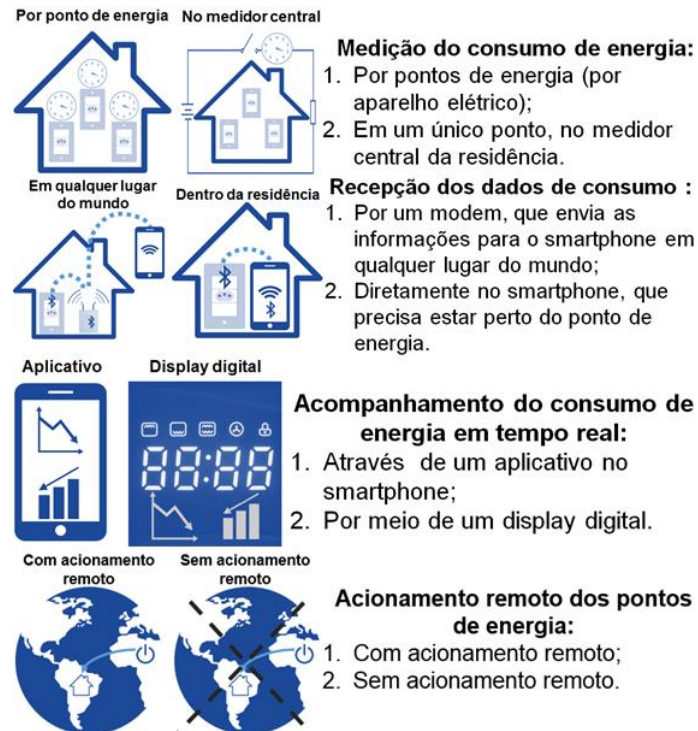
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Connecta possui como público-alvo pessoas acima de 18 anos, com residência própria ou alugada, com qualquer escolaridade e com qualquer rendimento, principalmente aquelas que apresentem problemas de algum tipo com o consumo de energia em sua residência, seja por divisão de gastos ou por problemas em equipamentos eletrônicos ou rede elétrica. Desse modo, a Connecta visa sanar esses problemas, monitorando o consumo de energia conforme a necessidade do cliente, trabalhando de modo a reeducar essas pessoas quanto ao consumo mais consciente de energia e colaborando para um desenvolvimento de um planeta mais sustentável.

4.1 Construir

O dispositivo da Connecta se propõe a mensurar o consumo de energia em residências. A partir da pesquisa sobre produtos concorrentes foram identificados diversos atributos de produtos com característica semelhantes disponibilizados no mercado. Entre estes atributos, a equipe de projeto selecionou quatro diferentes atributos para o produto: (A) medição de energia, (B) recepção de dados, (C) monitoramento do consumo e (D) acionamento remoto. A representação de cada atributo selecionado para o produto é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Funcionalidades do dispositivo.



Fonte: Os autores.

Para cada configuração foi projetado uma configuração de componentes necessários para realizar a função. Desta forma, foi estimado o custo de cada configuração do dispositivo. Devido a correlação entre o preço os atributos apresentados, o preço da configuração foi utilizado como balizador para a estruturação do experimento, evitando o aparecimento de cenários irreais (HAIR, 2010) apresentados aos respondentes da pesquisa. Dessa forma, o preço não foi considerado um atributo para a modelagem de análise conjunta. Como ferramenta para a etapa “Medir”, foi realizada uma pesquisa de mercado para avaliar quais as principais necessidades do consumidor residencial, baseando-se como referência uma análise conjunta baseada em escolha. Cada um dos fatores apresenta diferentes níveis de escolha cada. O fator (*i*) medição do consumo de energia, por exemplo, possui dois níveis de escolha: (A) por pontos de energia ou (B) no medidor central. Os atributos do dispositivo proposto (fatores) analisados na pesquisa e o seu nível de mensuração são apresentados na Tabela 1.

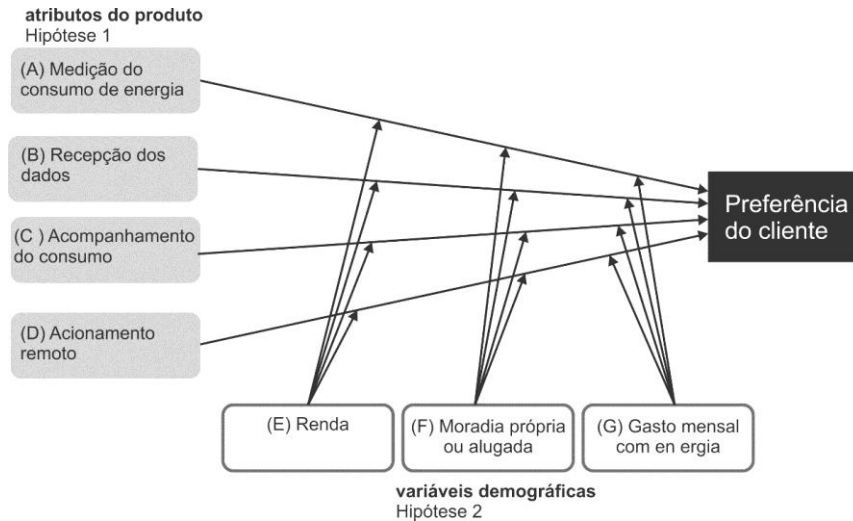
Tabela 1 - Atributos e nível de mensuração analisados na pesquisa de mercado

Fatores	Níveis	Notação
(A) Medição do consumo de energia	Por pontos de energia	+1
	No medidor central	-1
(B) Recepção dos dados	Em qualquer lugar	+1
	Apenas na residência	-1
(C) Acompanhamento do consumo	Por meio de um aplicativo	+1
	Por meio de um display digital	-1
(D) Acionamento remoto	Presente	+1
	Ausente	-1

Fonte: Os autores.

A partir dos potenciais atributos para o produto foram estabelecidas as hipóteses. Primeiramente procura-se identificar o efeito de cada atributo do produto na percepção de valor dos clientes. Os atributos que apresentam maior contribuição significativa para os clientes devem ser priorizados no dispositivo. Desta forma, a primeira hipótese é: H₁: *Os atributos selecionados para o produto apresentam contribuição significativa na escala de valor dos clientes.* Além desta hipótese, a Conecta também gostaria de identificar qual o perfil do cliente disposto a valorizar cada um dos atributos propostos para o produto. Para isso foram selecionadas três variáveis demográficas pertinentes ao perfil dos clientes: (E) renda, (F) moradia própria ou alugada e (G) gasto mensal com energia. Como forma de analisar o impacto destas variáveis na importância atribuída para cada um dos atributos do produto foi testado o efeito moderador destas variáveis. A partir disso, foi desenvolvida a segunda hipótese: H₂: *O efeito moderador das variáveis demográficas sobre os atributos do produto é significativo na escala de valor dos clientes.* A partir das duas hipóteses estabelecidas foi desenvolvido o modelo conceitual a ser testado nesta pesquisa (Figura 2).

Figura 2 - Modelo conceitual da pesquisa



Fonte: Os autores.

4.2 Medir

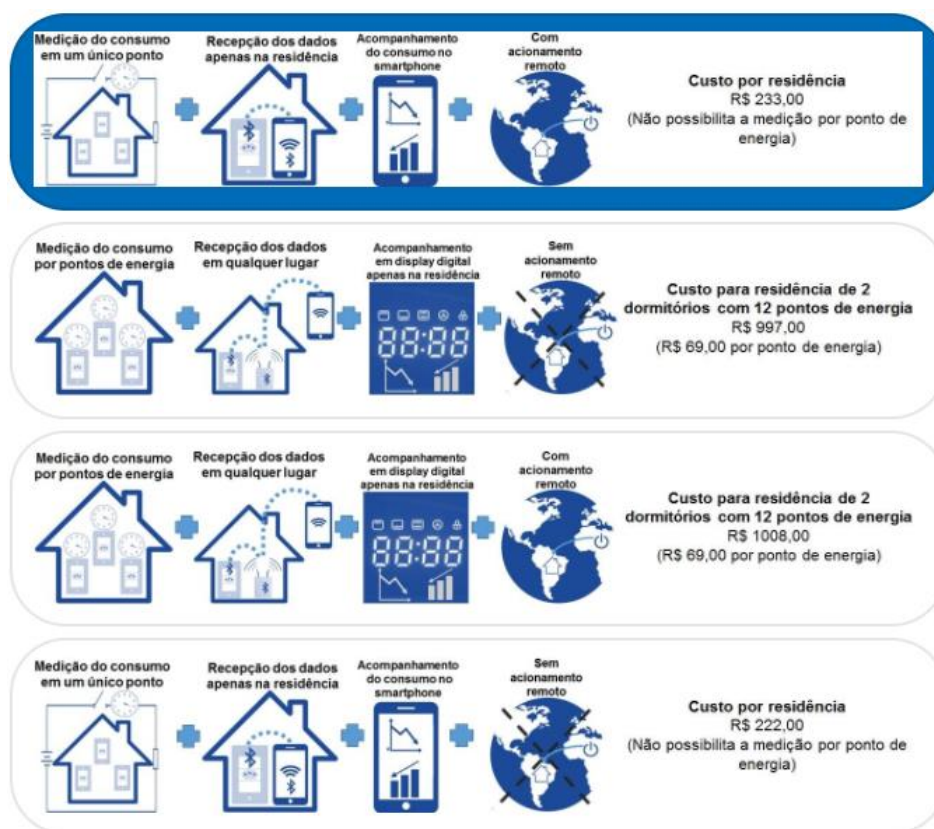
A etapa “Medir” é responsável por avaliar e mensurar as principais necessidades dos clientes por meio de uma pesquisa de mercado. A mensuração foi feita a partir de uma análise conjunta baseada em escolhas.

Considerando todas as possíveis combinações entre os níveis dos fatores analisados se atinge um total de 16 diferentes tratamentos ($2 \times 2 \times 2 \times 2$ ou 2^4). Isso corresponde que existem 16 diferentes combinações possíveis entre os quatro atributos propostos para o dispositivo de mensuração da energia. Contudo, a apresentação de todos os 16 cenários de forma única para o respondente escolher uma opção não é indicada, pois uma extensa quantidade de alternativas a serem avaliadas conjuntamente pode afetar a consistência dos dados coletados (ARENTEZ *et al.*, 2003). Para reduzir a complexidade dos respondentes, foi feita a distribuição do planejamento fatorial experimental completo em 4 blocos de 4 cenários cada (LOUVIERE *et al.*, 2000). A distribuição dos cenários em cada um dos 4 blocos foi realizada a partir de um planejamento experimental pelo software Minitab® v.17, para que seja garantida a ortogonalidade entre os cenários que compunham um mesmo bloco (ADAMOWICZ *et al.*, 1998). A fim de realizar a seleção do melhor cenário foi incluído um quinto bloco apresentando cada uma das opções selecionadas nos blocos anteriores, seguindo estudos anteriores na literatura (CALEGARI *et al.*, 2018).

A construção e coleta de dados foi realizada com auxílio da plataforma de pesquisa

online Qualtrics®. O questionário está disponível na página web: (https://qtrial2017q2az1.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_cDeJNrshU9SnvNz) e a representação do primeiro bloco de cenário é representado na Figura 3. A divulgação da pesquisa foi feita em diversas mídias sociais e grupos de tecnologia voltados ao público-alvo que o produto pretende atingir.

Figura 1 - Exemplo do primeiro bloco de cenários do questionário.



Fonte: Qualtrics®.

O questionário apresentou 104 respostas válidas, sendo 83 respondentes do sexo masculino e 21 respondentes do sexo feminino. 52% dos participantes possuem até 24 anos, 31% de 25 anos a 30 anos, não havendo resposta de pessoas com idade superior a 50 anos. Quanto à escolaridade, grande parte (44%) dos respondentes possui graduação incompleta e 46% das pessoas possuem residência própria. A média salarial apresentada foi de R\$2,969,00 e o gasto médio com conta de energia elétrica foi de R\$123,96.

A análise de Regressão Logística das variáveis principais (atributos do produto) e o efeito moderador das variáveis demográficas encontram-se na Tabela 2. O modelo de

Regressão Logística para as variáveis referentes aos atributos do produto (A-medição do consumo, B-recepção dos dados, C-acompanhamento do consumo e D-acionamento remoto) apresentou resultados não significativos ($p\text{-valor} < 0,10$) para os atributos recepção de dados (C) e acionamento remoto. A presença dos atributos medição de energia e recepção de dados, quando em cenários em que estão com nível de menor valor agregado, possuem maior probabilidade de serem escolhidos pelo respondente, pois o valor de Exp (B) é menor que 1. Já a presença de níveis de maior valor agregado nos atributos acompanhamento do consumo (C) e acionamento remoto (D), representa maior probabilidade daquele determinado cenário ser escolhido, pois seu Exp (B) é maior que 1. Este resultado pode ser entendido que em razão do custo de implementação do nível superior do atributo medição de energia (A), correspondente a medição por pontos, reduz a atratividade dos clientes. A partir dos resultados obtidos, é possível confirmar parcialmente a Hipótese 1, visto que entre os atributos principais do produto, os clientes se mostraram indiferentes somente ao atributo Recepção dos dados (B).

Tabela 1 - Análise de Regressão Logística de todas as variáveis do modelo

	B	EP	Wald	gl	p-valor	Exp (B)
Constante	-3,174	0,146	470,583	1	0,000	0,042
(A) Medição de energia	-0,741	0,221	11,223	1	0,001 ***	0,477
(B) Recepção dos dados	-0,164	0,212	0,602	1	0,438	0,849
(C) Acompanhamento do consumo	0,758	0,225	11,342	1	0,001 ***	2,134
(D) Acionamento remoto	0,378	0,214	3,129	1	0,077 *	1,460
(AE) Medição de energia * renda	0,000	0,000	0,048	1	0,827	1,000
(AF) Medição de energia * por casa própria	0,243	0,223	1,190	1	0,275	1,275
(AG) Medição de energia * valor da fatura	0,002	0,002	0,823	1	0,364	1,002
(BE) Recepção dos dados * renda	0,000	0,000	1,590	1	0,207	1,000
(BF) Recepção dos dados * casa própria	0,465	0,222	4,395	1	0,036 **	1,593
(BG) Recepção dos dados * valor da fatura	0,000	0,002	0,000	1	0,999	1,000
(CE) Acomp. do consumo * renda	0,000	0,000	0,010	1	0,922	1,000
(CF) Acomp. do consumo * casa própria	-0,110	0,227	0,233	1	0,629	0,896
(CG) Acomp. do consumo * valor da fatura	0,000	0,002	0,079	1	0,778	1,000
(DE) Acionamento remoto * renda	0,000	0,000	0,056	1	0,814	1,000
(DF) Acionamento remoto * casa própria	0,548	0,228	5,763	1	0,016 **	1,730
(DG) Acionamento remoto * valor da fatura	-0,002	0,002	1,405	1	0,236	0,998

*significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%

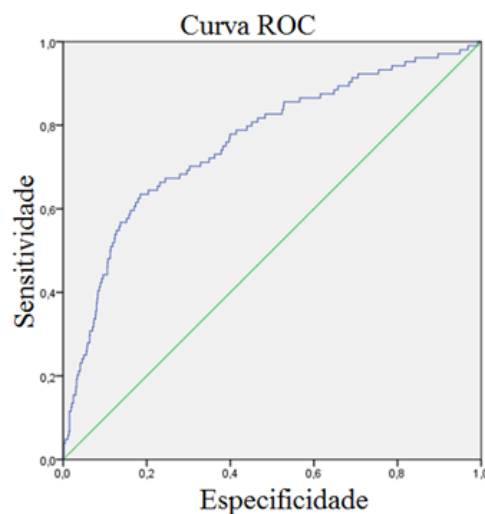
Fonte: IBM SPSS® v.23.

Ainda na Tabela 2, para os atributos do produto moderados pelas variáveis demográficas do público-alvo, os resultados indicam que o efeito é significativo ($p\text{-valor} < 0,10$) apenas com a variável casa própria (F). Para as pessoas que possuem casa própria, a presença do nível positivo no atributo medição de energia (A) aumenta a

probabilidade de o cenário ser escolhido. De mesmo modo, a presença dos níveis positivo nos atributos recepção dos dados (B) e acionamento remoto (D) aumenta a probabilidade de o cenário ser escolhido por respondente que possui casa própria (F) ($\text{Exp}(B) > 1$). O efeito moderador das variáveis demográficas se apresentou pouco importante, sendo significativo ($p\text{-valor} < 0,05$) somente para as pessoas que apresentam moradia própria (F). Este resultado também confirma parcialmente a Hipótese 2 deste estudo.

Com auxílio do *software IBM SPSS® v.23*, também foi verificada a qualidade do modelo estimado, isto é, a sensibilidade dele para estimar a escolha dos clientes. A curva ROC, representada na Figura 4, apresenta uma área de 0,76, o que indica um ajuste satisfatório do modelo e significativo ($p\text{-valor} < 0,01$).

Figura 2 - Análise da curva ROC para verificação da sensibilidade do modelo.



Fonte: Os autores.

A partir dos resultados obtidos é possível passar à etapa “Aprender”, em que se considera os resultados obtidos para melhorar o produto em questão.

4.3 Aprender

Há ainda uma outra forma de representar a utilidade de um determinado atributo para o cliente. Para isso utiliza-se a Função Utilidade, que é mais comumente utilizada em Análise Conjunta. O coeficiente de cada atributo do produto na função representa o efeito que ele possui para a tomada de decisão pelo consumidor. A Função Utilidade pode ser observada na

Equação 2.

$$U(Y) = -0,741(A) - 0,164(B) + 0,758(C) + 0,378(D) \quad (2)$$

A partir desse resultado se verifica que a melhor configuração do dispositivo consiste na medição da energia (A) central na residência (-1), recepção dos dados (B) apenas na residência (-1), acompanhamento do consumo (C) por aplicativo (+1) acionamento remoto (D) presente (+1). Apesar deste resultado, o mais indicado é não considerar a recepção dos dados (B), visto que o fator não se apresentou significativo ($p\text{-valor} < 0,10$). A análise das moderações também indicou que o importante é oferecer o produto para clientes que possuam casa própria (F), visto que esta variável apresenta interação significativa com recepção dos dados (B) e acionamento remoto (D). Outro resultado interessante foi a ausência de significância da moderação dos atributos do produto com as variáveis renda (E) e valor da fatura (G). Este resultado indica a renda (E) dos clientes e a valor gasto na conta de energia (G) não apresentam efeito na configuração do dispositivo. Desta forma, podemos inferir que a preferência pelo dispositivo é independente do gasto mensal com energia e da renda dos clientes. Esse resultado pode acontecer em razão da intenção das pessoas por dispositivos tecnológicos, tais como smartphones ou televisores smart que apresentam intenção de compra de clientes independente das funções disponíveis nestes equipamentos. Por fim, a definição da equipe é perseverar no desenvolvimento do dispositivo, focando nos atributos priorizados pelos clientes.

5. CONCLUSÕES

A utilização do método de projeto sugerido pelo Lean Startup para definição de um produto voltado à Internet das Coisas se demonstrou um guia satisfatório para o aprimoramento da proposta do produto. Foram identificados, após uma análise de mercado, quatro funcionalidades principais para o dispositivo: (i) medição do consumo de energia, (ii) recepção dos dados de consumo, (iii) acompanhamento do consumo em tempo real e (iv) acionamento remoto. Seguindo a metodologia, foi suposta a hipótese de que todos os atributos agregavam valor ao produto, sem ser conhecida a intensidade. A pesquisa de mercado com 104 respondentes utilizando a técnica de análise conjunta baseada em escolhas e posterior

análise via regressão logística indicou os coeficientes, correspondente à importância atribuída pelos clientes para cada atributo do dispositivo.

Foram encontrados resultados não significativos para o atributo recepção dos dados de consumo. Já o atributo medição de energia apresenta maior probabilidade de ser escolhidos em cenários em que está com nível de menor valor agregado. Também se mostrou relevante a característica do público-alvo “residência própria” como diferencial para agregar valor aos atributos.

A metodologia Lean Startup foi utilizada neste trabalho com auxílio de métodos estatísticos para elaborar o MVP em um menor tempo possível e com menor custo. Os resultados, contudo, não podem ser generalizados para a sociedade como um todo, pois a maior faixa de respondentes foi de pessoas com até 24 anos, as quais não seriam possivelmente os principais consumidores, dado o elevado valor do produto. Uma possibilidade de mercado é o industrial, onde empresas de base, maiores consumidoras de energia, buscam soluções para diminuir o custo de produção.

Referências

A.G. DELOITTE. **Industry 4.0: Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use of Exponential Technologies**. Suíça, 2015.

ADAMOWICZ, W.; LOUVIERE, J.; SWAIT, J. Introduction to attribute-based stated choice methods. **NOAA-National Oceanic Atmospheric Administration**, Washington, USA, 1998.

ARENTZE, T.; BORGERS, A.; TIMMERMANS, H.; DELMISTRO, R. Transport stated choice responses: effects of task complexity, presentation format and literacy. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v.39, n.3, p. 229-244, 2003.

ASIOLI, D., NÆS, T., ØVRUM, A., ALMLI, V. L. Comparison of rating-based and choice-based conjoint analysis models. A case study based on preferences for iced coffee in Norway. **Food Quality and Preference**, v.48, p.174-184., 2016.

ASIOLI, D.; NÆS, T.; ØVRUM, A.; ALMLI, V. Comparison of rating-based and choice-based conjoint analysis models. A case study based on preferences for iced coffee in Norway. **Food Quality and Preference**, v.48, p.174-184., 2016.

BATISTA, N.C.; MELÍCIO, R.; MENDES, V.M.F. Services enabler architecture for smart grid and smart living services providers under industry 4.0. **Energy and Buildings**, v.141, p.16-27, 2017.

BATTESINI, M.; CATEN, T.; SCHWENGBER, C. Análise conjunta com estimulação em duas etapas. **Produto & Produção**. Porto Alegre, RS, v. 8, n. 1, p. 31-51, 2005.

BONINO, D.; CORNO, F.; DE RUSSIS, L. Home energy consumption feedback: A user survey. **Energy and Buildings**, v. 47, p. 383-393, 2012.

BORNSCHLEGL, M.; DRECHSEL, M.; KREITLLEIN, S.; BREGULLA, M.; FRANKE, J. A new Approach to increasing Energy Efficiency by utilizing Cyber-Physical Energy Systems. In: WORKSHOP ON INTELLIGENT SOLUTIONS IN EMBEDDED SYSTEMS. 11 th. **Anais...Pilsen**, 2013.

BRIDGES, J.; HAUBER, A.; MARSHALL, D.; LLOYD, A.; PROSSER, L. A.; REGIER, D. A.; JOHNSON, F.; MAUSKOPF, J. CONJOINT ANALYSIS APPLICATIONS in health – a checklist: a report of the ISPOR Good Research Practices for Conjoint Analysis Task Force. **Value in Health**, v. 14, n. 4, p. 403-413, 2011.

CALEGARI, L. P.; BARBOSA, J.; MARODIN, G.A.; FETTERMANN, D.C. A conjoint analysis to consumer choice in Brazil: Defining device attributes for recognizing customized foods characteristics. **Food Research International**, v. 109, p. 1-13, 2018.

DE PELSMAEKER, S.; SCHOUTETEN, J.; LAGAST, S.; DEWETTINCK, K.; GELLYNCK, X. Is taste the key driver for consumer preference? A conjoint analysis studies. **Food Quality and Preference**, v. 109, p. 1-13, 2017.

EDISON, H.; SMØRSGÅRD, N. M.; WANG, X.; ABRAHAMSSON, P. Lean Internal Startups for Software Product Innovation in Large Companies: Enablers and Inhibitors. **Journal Of Systems And Software**, v. 135, p. 69-87, 2018.

EISENMANN, T. R.; RIES, E.; DILLARD, S. **Hypothesis-driven entrepreneurship: The lean startup**. 2012.

ELROD, T.; LOUVIERE, J. J.; DAVEY, K. S. An empirical comparison of ratings-based and choice-based conjoint models. **Journal of Marketing research**, v. 29, n. 3, p. 368-377, 1992.

GENSLER, S.; HINZ, O.; SKIERA, B.; THEYSOHN, S. Willingness-to-pay estimation with choice-based conjoint analysis: Addressing extreme response behavior with individually adapted designs. **European Journal of Operational Research**, v. 219, n. 2, p. 368-378, 2012.

GENSLER, S.; HINZ, O.; SKIERA, B.; THEYSOHN, S. Willingness-to-pay estimation with choice-based conjoint analysis: Addressing extreme response behavior with individually adapted designs. **European Journal of Operational Research**, v. 219, n. 2, p. 368-378, 2012.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; BABIN, B. J.; BLACK, W. C. HAIR, JOSEPH F. **Multivariate data analysis**. Upper Saddle River: Prentice hall, 2010.

HAMPSON, L. A., ALLEN, I. E., GAITHER, T. W., LIN, T., TING, J., OSTERBERG, E. C.; BREYER, B. N. Patient-centered treatment decisions for urethral stricture: conjoint analysis improves surgical decision-making. **Urology**, v. 99, p. 246-253, 2017.

HEIDE, M.; OLSEN, S. O. Influence of packaging attributes on consumer evaluation of fresh cod. **Food Quality and Preference**, v. 60, p. 9–18, 2017.

JÄRVENTAUSTA, P.; REPO, S.; RAUTIAINEN, A.; PARTANEN, J. Smart grid power system control in distributed generation environment. **Annual Reviews in Control**, v. 34, n. 2, p. 277-286, 2010.

JOHNSON, F.; LANCSAR, E.; MARSHALL, D.; KILAMBI, V.; MÜHLBACHER, A.; REGIER, D.; BRESNAHAN, B.; KANNINEN, B. & BRIDGES, J. F. Constructing experimental designs for discrete-choice experiments: report of the ISPOR conjoint analysis experimental design good research practices task force. **Value in Health**, v. 16, n. 1, p. 3-13, 2013.

KAUR, M., KUMAR, A. Implementation of Smart Metering based on Internet of Things. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. **IOP Publishing**, 2018. p. 01, 2015.

KHEDKAR, S.; MALWATKAR, G. M. Using raspberry Pi and GSM survey on home automation. In: Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), **International Conference on. IEEE**, 2016. p. 758-761.

KIRITSIS, D. Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things. **Computer-Aided Design**, v. 43, n. 5, p. 479-501, 2011.

KIRSNER, S. The Barriers Big Companies Face When They Try to Act Like Lean Startups. **Harvard Business Review**. Boston: Harvard Business Publishing, v. 8, 2016.

KLEMENJAK, C.; EGARTER, D.; ELMENREICH, W. YoMo: the Arduino-based smart metering board. **Computer Science-Research and Development**, v. 31, n. 1-2, p. 97-103, 2016.

LENARDUZZI, V.; TAIBI, D. Mvp explained: A systematic mapping study on the definitions of minimal viable product. In: SOFTWARE ENGINEERING AND ADVANCED APPLICATIONS. (SEAA), 2016, 42th. **Anais... Euromicro Conference on. IEEE**, 2016. S. 112-119.

LLORET, J., TOMAS, J., CANOVAS, A., PARRA, L. An integrated IoT architecture for smart metering. **IEEE Communications Magazine**, v. 54, n. 12, p. 50-57, 2016.

LOCKETT, A.; SIEGEL, D.; WRIGHT, M.; ENSLEY, M. D. The Creation of Spin-Off

Firms at Public Research Institutions: Managerial and Policy Implications. **Research Policy**, v. 34, n.7, p. 981–993, 2005.

LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. **Stated choice methods: analysis and applications**. Cambridge University Press, 2000.

MILLER, J. R. Attribute blocks: Visualizing multiple continuously defined attributes. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 27, n. 3, p. 57-69, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro** – Maio / 2017. Brasília, 2017.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017.

MOORE, W. L.; GRAY-LEE, J.; LOUVIERE, J. J. A cross-validity comparison of conjoint analysis and choice models at different levels of aggregation. **Marketing Letters**, v. 9, n. 2, p. 195-207, 1998.

NORONHA, A.; MORIARTY, R.; O’CONNELL, K.; VILLA, N. **Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights**. Cisco, Bristol, UK, 2014.

PANTIUCHINA, J.; MONDINI, M.; KHANNA, D.; WANG, X.; ABRAHAMSSON, P. Are software startups applying agile practices? The state of the practice from a large survey. **International Conference on Agile Software Development**. Springer, Cham, p. 167-183, 2017.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products are Transforming Companies. **Harvard Business Review**, v. 93, n. 10, p. 97-114, 2015.

PRETTO, K.; ARTES, R. Análise de Preferência Conjunta: Um estudo sobre Omissão de Atributos. **Revista Brasileira de Estatística**, v. 70, n. 233, p. 7–31, 2009.

RIES, E. A. **Startup enxuta**. São Paulo: Texto Editores Ltda, 2013.

RIES, E. **The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses**. Nova Iorque: Crown Business, 2011.

SANKO, N. **Guidelines for stated preference experiment design**. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 2001.

SCHERER, C.; EMBERGER-KLEIN, A.; MENRAD, K. Biogenic product alternatives for children: Consumer preferences for a set of sand toys made of bio-based plastic. **Sustainable Production and Consumption**, v. 10, p. 1–14, 2017.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. **Using multivariate statistics**. Allyn & Bacon/Pearson Education, 2007.

TAO, F.; WANG, Y.; ZUO, Y.; YANG, H.; ZHANG, M. Internet of Things in product life-cycle energy management. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 1, p. 26-39, 2016.

TERHO, H.; SUONSYRJÄ, S.; JAAKSI, A.; MIKKONEN, T.; KAZMAN, R.; CHEN, H. M. Lean startup meets software product lines: Survival of the fittest or letting products bloom? **SPLST**, p. 134-148, 2015.

TOUBIA, O.; HAUSER, J. R.; SIMESTER, D. I. Polyhedral methods for adaptive choice-based conjoint analysis. **Journal of Marketing Research**, v. 41, n. 1, p. 116-131, 2004.

YAMAUCHI, A.; TANIMOTO, J.; HAGISHIMA, A. An analysis of network reciprocity in Prisoner's Dilemma games using Full Factorial Designs of Experiment. **BioSystems**, v. 103, n. 1, p. 85-92, 2011.