

PROPOSIÇÃO DE MEDIDOR INTELIGENTE RESIDENCIAL

A PROPOSAL OF A RESIDENTIAL SMART METER

Caroline Gobbo Sá Cavalcante (carolinegobbosa@gmail.com) – Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Caroline Capella (caroline.cappella@univ-lorraine.fr) - Ecole Nationale d'Ingénieurs de METZ / Université de Lorraine

Loïc Lacroix (loic.lacroix@enit.fr) - École Nationale d'ingénieurs de Tarbes / INP Toulouse

Diego Fettermann (dcfettermann@gmail.com) – Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

RESUMO

As tecnologias IoT possibilitam aos produtos novas funcionalidades transformando-os em “produtos inteligentes”. Entre as oportunidades apresentadas pela literatura para aplicação dessas tecnologias está o desenvolvimento de medidores inteligentes residenciais. Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma pesquisa de mercado para um medidor inteligente com arquitetura modular para medir energia, água, gás em residências. Foi realizada uma pesquisa de mercado com a técnica Análise Conjunta Baseada em Escolhas em uma amostra de 202 potenciais clientes da região metropolitana de Florianópolis. Os principais resultados indicam que os potenciais clientes deste dispositivo atribuem maior importância para controle de energia e água, e o acesso às informações de consumo por meio de aplicativo. Também, identificou-se que os potenciais usuários são menos sensíveis ao preço do dispositivo, sendo que as mulheres e os consumidores de imóveis mais econômicos estão dispostos a pagar um preço mais pela implementação do medidor inteligente em suas residências.

Palavras chave: *Internet das Coisas; IoT; Desenvolvimento de produto; Pesquisa de Mercado.*

1. INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) inaugurou uma nova era em relação à conectividade entre as “coisas”, em que objetos físicos que são interconectados por meio de diferentes tipos de sistemas, por exemplo, mecânico, elétrico, computação e comunicação (THAMES; SCHAEFER, 2016; FETTERMANN et al., 2018). Esses objetos inteligentes possuem sua própria identidade virtual e podem se comunicar com os clientes finais e com o ambiente local (KIRITSIS, 2011). As aplicações das tecnologias IoT estão difundidas em diferentes áreas de atuação, tais como, automotiva, assistência médica, serviços financeiros, telefonia móvel, entre outros (PORTER; HEPPELMANN, 2014; TAKENAKA et al., 2016). Além disso, a literatura sugere grande potencial de aplicação para a automação residencial (BONINO et al., 2012;), incluindo sua utilização em medidores residenciais (LLORET et al., 2016).

Um medidor residencial é usualmente empregado para monitorar o consumo de recursos domésticos, como eletricidade, água e gás, de maneira a ajudar os usuários no controle e redução do consumo, que pode atingir valores entre 5% e 15% (DARBY, 2010). Já os medidores inteligentes são considerados aqueles que incorporam tecnologias IoT, que fornecem análise em tempo real e combinação dos dados de consumo de dados e, posteriormente, permitem um *feedback* mais organizado e personalizado para os usuários (LIU et al., 2016). Entre as vantagens da incorporação da IoT nos medidores está o potencial de permitir grandes combinações de funções no produto (TAKENAKA, IDA, 2013).

No entanto, a utilização desses medidores não é uma realidade para os clientes residenciais no Brasil, onde a leitura do consumo doméstico de eletricidade de baixa voltagem, água e gás ainda é realizada manualmente. Dessa forma, as concessionárias têm um alto custo para coletar dados de consumo, incluindo custos com funcionários e logística. Ademais, as concessionárias registram vários casos de perdas, devido a vazamentos, erros de medição, conexões ocultas, fraudes e falhas (FETTERMANN et al., 2015; LLORET et al., 2016). Além da dificuldade de controle da concessionária, os moradores de prédios enfrentam dificuldade em identificar sua própria quantidade individual de água consumida, pois o controle é centralizado em um medidor para todos os moradores.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma pesquisa de mercado para um medidor inteligente com arquitetura modular para medir energia, água, gás em residências. Em razão da diversidade de opções e possíveis configurações que as tecnologias

IoT viabilizam aos produtos inteligentes, a literatura recomenda uma ênfase na identificação dos requisitos do produto pelo cliente (KARKI *et al.*, 2015; YANG *et al.*, 2016), para isso será realizada uma pesquisa de mercado. Os resultados deste estudo visam explorar a viabilidade de difusão do medidor inteligente residencial no Brasil.

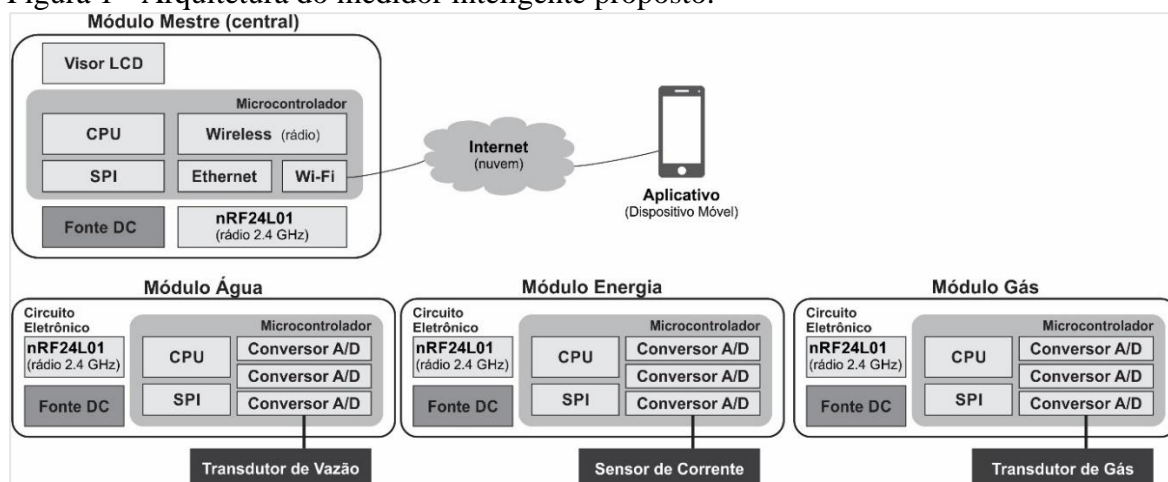
2. METODOLOGIA

Foi proposta a arquitetura de um medidor inteligente residencial e uma pesquisa de mercado na região metropolitana de Florianópolis para identificar a configuração adequada do equipamento neste mercado. Para tanto foi realizada uma pesquisa de mercado utilizando a técnica de Análise Conjunta baseada em Escolhas (ACBE) (MAHMOODI *et al.*, 2018), para estimar a preferência do consumidor sobre os vários atributos do produto (GREEN *et al.*, 2001).

2.1 Arquitetura do Medidor Inteligente

O medidor permite diferentes funcionalidades, como o monitoramento do consumo de eletricidade, água e gás e acesso ao *feedback* de consumo por meio de um aplicativo. Assim, o cliente pode configurar seu dispositivo de acordo com as funções que mais agregam valor para seu uso (MANI; CHOUK, 2017). Nesta configuração, o sistema de monitoramento é composto por um arduíno baseado em uma tecnologia wireless mestre-escravo (ISLAM *et al.*, 2016), conforme FIGURA 1.

Figura 1 - Arquitetura do medidor inteligente proposto.



Este estudo considera a mensuração dos recursos eletricidade (A), água (B) e gás (C), como atributos para o medidor inteligente. Já as informações monitoradas de consumo são

apresentadas na forma de feedback por meio de aplicativo para dispositivo móvel (D), que também é considerado como um atributo neste projeto. O aplicativo possibilita que a informação seja acessada em qualquer lugar e a qualquer momento (WEMYSS *et al.*, 2019). Outro atributo é o preço (E), cuja finalidade é entender seu efeito na escolha do cliente (MAHMOODI, *et al.*, 2018).

Na literatura é comum incorporar variáveis socioeconômicas como moderadoras em modelos de análise conjunta (ASIOLI *et al.*, 2016; CALEGARI *et al.*, 2018). As pesquisas que utilizam análise conjunta recomendam testar o principal efeito dos atributos e a interação desses atributos com variáveis moderadoras, que descrevem o perfil do cliente (CALEGARI *et al.*, 2018, NÆS *et al.*, 2010). Estudos sobre medidores inteligentes residências indicam que várias características dos clientes influenciam na eficiência do uso do medidor, tais como o gênero (ALBANI *et al.*, 2017), despesas com os recursos (GANS *et al.*, 2013) e a renda (MAHMOODI *et al.*, 2018).

Assim, cinco variáveis moderadoras foram consideradas para representar as características do consumidor: gênero (F), preço imóvel (G), gasto com energia elétrica (H), gasto com água (I) e gasto com gás (J). As variáveis analisadas nesta pesquisa são exibidas na Tabela 1. As variáveis contínuas foram categorizadas conforme recomendado por Baron e Kenny (1986). Desta forma, as variáveis de moderação gasto de eletricidade (H), gasto de água (I), gasto de gás (J) e preço imóvel (G) foram dicotomizadas. O valor da mediana das variáveis foi utilizado para categorizá-las. Os valores 1 representam níveis superiores, enquanto 0 os níveis inferiores.

2.2 Planejamento de Cenários
















O experimento realizado usa o método de a Análise Conjunta Baseada em Escolhas (ACBE) para entender o comportamento do cliente na decisão de compra pelo medidor inteligente (KAUFMANN *et al.*, 2013; ALBANI *et al.*, 2017). No ACBE, o respondente não tem a opção de escolher o nível desejado de cada atributo, mas sim a melhor combinação de atributos existentes em um cenário (HAIR *et al.*, 2010). Os cenários são apresentados por *choice set* para visualizar os atributos (LOUVIERE *et al.*, 2000).

Tabela 1 - Atributos e variáveis moderadoras consideradas na pesquisa.

Item	Atributos	Descrição
A	Controle de energia	Sim = 1 Não = 0
B	Controle de água	Sim = 1 Não = 0
C	Controle de gás	Sim = 1 Não = 0
D	Aplicativo	Sim = 1 Não = 0
E	Preço	Alto – acima do custo (>10% do preço da configuração) = 1 Baixo – abaixo do custo (<10% do preço da configuração) = 0
F	Gênero	Feminino = 1 Masculino = 0
G	Preço do imóvel	Se o preço \geq R\$ 533.333,33, preço = 1 Se o preço < R\$ 533.333,33, preço = 0
H	Despesa com energia	Se gasto mensal com energia \geq R\$ 50,00, despesa com energia = 1 Se gasto mensal com energia elétrica < R\$50,00, despesa com energia = 0
I	Despesa com água	Se gasto mensal com água \geq R\$ 146,00, despesa com água = 1 Se gasto mensal com água < R\$ 146,00, despesa com água = 0
J	Despesa com gás	Se gasto mensal com gás \geq R\$ 80,00, despesa com gás = 1 Se gasto mensal com gás < R\$ 80,00, despesa com gás = 0

Os cenários foram montados utilizando a técnica de planejamento fatorial fracionado (2⁵⁻¹), que possibilitou 16 cenários apresentados para o respondente. Segundo Caussade *et al.* (2005), o número ideal de cenários para ser apresentado ao respondente converge para quatro cenários em cada *choice set*. Em razão disso, o planejamento experimental foi dividido quatro blocos, com quatro cenários em cada *choice set* (Figura 2). Com o objetivo de identificar o melhor cenário para cada respondente, é exibido o quinto conjunto de opções elaborado a partir das seleções anteriores. O instrumento de pesquisa utilizado na pesquisa pode ser acessado em: (<https://qtrial2018q2az1.az1.qualtrics.com/WRQualtricsControlPanel/>).

Figura 2 - Representação do conjunto de escolha.

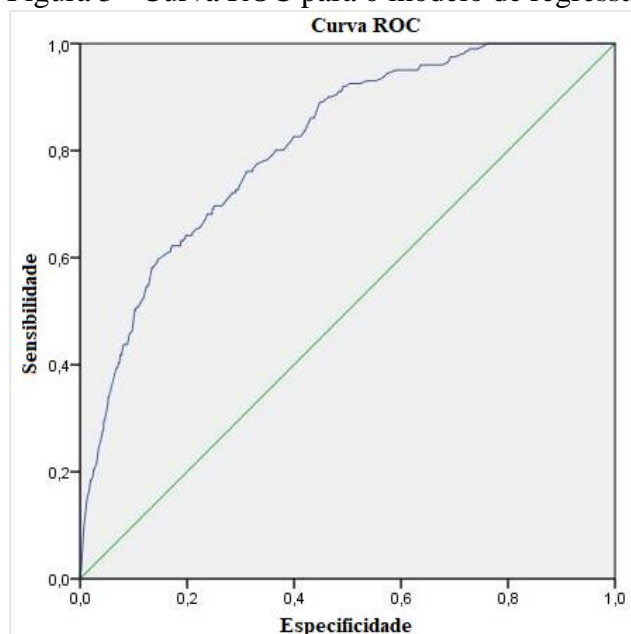
A	B	C	D
	 Monitoramento de energia	 Monitoramento de energia	 Monitoramento de energia
 Monitoramento de água	 Monitoramento de água		
 Monitoramento de gás		 Monitoramento de gás	
 Display	 Display + Aplicativo	 Display	 Display + Aplicativo
 R\$ 1.799,60	 R\$ 1.161,90	 R\$ 1.804,00	 R\$ 940,50

Fonte: Elaborado pela autora para a pesquisa de mercado.

2.4 Análise de Dados

O método de regressão logística é uma técnica frequentemente utilizada para analisar os dados obtidos a partir da ACBE. Este método é aplicado para prever variáveis dependentes dicotômicas (HAIR *et al*, 2010). O modelo de regressão logística foi estimado a partir do software SPSS® v.23 e apresentou a qualidade de estimação mensurada a partir da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), cujo detalhes estão na Tabela 2 (SKALSKÁ; FREYLICH, 2006). Os valores da curva ROC acima de 0,7 indicam uma capacidade satisfatória do modelo de predição estimado (Figura 3).

Figura 3 - Curva ROC para o modelo de regressão logística.



Informações sobre a área abaixo da curva.

Tabela 2 - Informações sobre a área abaixo da curva.

Area	Erro padrão	Significância assintótica	Intervalo de confiança 95% assintótico	
			Limite inferior	Limite superior
0,812	0,014	0,000***	0,783	0,840

Fonte: elaborado pela autora a partir de resultado do software SPSS.

* significativa para 10%. ** significativa para 5% e *** significativa para 1%

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amostra e coleta de dados

A literatura indica que fatores socioeconômicos (MARTINSSON *et al.*, 2011) e a localização (EHRHARDT-MARTINEZ *et al.*, 2010) podem interferir no comportamento do cliente em relação ao medidor inteligente. A fim de considerar uma amostra mais representativa da população de interesse, este estudo tem como foco uma região específica visando melhorar a homogeneidade da amostra e a replicabilidade do estudo para outras áreas, conforme recomendado por Forza (2002). Desta forma, o este estudo compreende uma pesquisa realizada na região metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina. Para essa pesquisa, foi preenchido um questionário online utilizando a plataforma Qualtrics®. A pesquisa atingiu um total de 202 respondentes que forneceram respostas completas, consideradas válidas para a pesquisa. O perfil dos respondentes indica um equilíbrio de gênero e uma idade média de 32 anos, com um desvio padrão de 12,91.

3.2 Estimação do Modelo

O modelo logístico de utilidade proposto (Equação 1) testa o efeito principal dos atributos e a interação desses atributos com variáveis moderadoras, vide Tabela 1, que descrevem o perfil do cliente, assim como recomendado pela literatura (NÆS *et al.*, 2010; ASIOLI *et al.*, 2016).

Equação 1 - Modelo de Utilidade Logística:

$$U_{ijt} = \beta_{1i}(A)_{ijt} + \beta_{2i}(B)_{ijt} + \beta_{3i}(C)_{ijt} + \beta_{4i}(D)_{ijt} + \beta_{5i}(E)_{ijt} + \beta_{6i}(A * F)_{ijt} + \beta_{7i}(A * G)_{ijt} + \beta_{8i}(A * H)_{ijt} + \beta_{9i}(B * F)_{ijt} + \beta_{10i}(B * G)_{ijt} + \beta_{11i}(B * I)_{ijt} + \beta_{12i}(C * F)_{ijt} + \beta_{13i}(C * G)_{ijt} + \beta_{14i}(C * J)_{ijt} + \beta_{15i}(D * F)_{ijt} + \beta_{16i}(D * G)_{ijt} + \beta_{17i}(E * G)_{ijt} + \beta_{18i}(F * E)_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

3.3 Estimação do modelo de regressão logística

A Tabela 3 apresenta os parâmetros estimados do modelo logístico para os principais atributos e suas interações com as variáveis moderadoras. O valor da área obtida sob a curva ROC é 0,812, o que indica uma capacidade do modelo satisfatória de predição.

3.4 Discussão

De acordo com o modelo de regressão logística estimado, entre os atributos do medidor inteligente, o controle de eletricidade (A) apresenta maior importância nas configurações do medidor. Esse resultado indica que a energia é o atributo mais relevante na decisão de configuração do medidor inteligente. A importância atribuída para o monitoramento de energia já era esperada, pois é o principal recurso discutido na literatura sobre medidores inteligentes residenciais (DARBY, 2010; VASSILEVA *et al.*, 2012) e seu monitoramento é o mais popular no mercado (GANS *et al.*, 2013).

Tabela 3 - Estimação dos parâmetros do modelo de regressão logística.

Parâmetros	β	Erro padrão	Wald	1	p-valor	Exp (β)
Constante	-5,242	0,324	260,908	1	0,000***	0,005
(A) Energia	2,226	0,350	40,484	1	0,000***	9,266
(B) Água	0,864	0,294	8,626	1	0,003***	2,373
(C) Gás	-0,075	0,296	0,064	1	0,800	0,928
(D) Aplicativo	0,807	0,281	8,277	1	0,004***	2,241
(E) Preço	-0,364	0,282	1,673	1	0,196	0,695
Efeito Moderado						
(A*F) Energia e gênero	-0,095	0,327	0,085	1	0,771	0,909
(B*F) Água e gênero	0,013	0,309	0,002	1	0,967	1,013
(C*F) Gás e gênero	-0,629	0,307	4,202	1	0,040**	0,533
(D*F) Aplicativo e gênero	0,214	0,308	0,485	1	0,486	1,239
(F*E) Gênero e preço	0,564	0,316	3,175	1	0,075*	1,758
(C*J) Gás e despesa com gás	0,611	0,257	5,659	1	0,017**	1,842
(A*H) Energia e despesa com energia	-0,162	0,194	0,698	1	0,403	0,850
(B*I) Água e despesa com água	0,304	0,201	2,277	1	0,131	1,355
(A*G) Energia e preço do imóvel	0,301	0,336	0,799	1	0,371	1,351
(B*G) Água e preço do imóvel	0,554	0,313	3,131	1	0,077*	1,739
(C*G) Gás e preço do imóvel	-0,722	0,315	5,234	1	0,022**	0,486
(D*G) Aplicativo e preço do imóvel	-0,038	0,308	0,015	1	0,902	0,963
(E*G) Preço e preço do imóvel	-1,078	0,319	11,406	1	0,001**	0,340

* significativo para 10%. ** significativo para 5% e *** significativo para 1%

Os resultados do modelo mostram também um interesse dos consumidores pelo controle da água (B). O interesse em medir o consumo de água pode ser explicado devido a uma característica comum no Brasil, especificamente para prédios antigos, em que é frequente a

presença de medidores centrais nos edifícios ao invés do hidrômetro individual. Outro motivo para a importância dada pelos respondentes ao controle da água pode ser justificado pela frequente discussão sobre o consumo consciente de água na mídia brasileira e na literatura (STEWART *et al.*, 2013; LIU; MUKHEIBIR, 2018).

Na mesma pesquisa, a mensuração do atributo gás não foi considerado significativo ($p\text{-valor} > 0,10$). O menor interesse pelo gás (C) pode ser explicado pelo seu baixo custo comparado aos demais recursos. A falta desse recurso não é mais uma ameaça como em 2008, quando a Bolívia - maior fornecedora do gás consumido no Brasil - rompeu durante dois dias o seu fornecimento.

O resultado significativo ($p\text{-valor} < 0,10$) da inclusão do aplicativo para dispositivo móvel (D) como forma de *feedback* mostra que os clientes estão interessados em utilizar o aplicativo para ter informações e dicas sobre o consumo. Pode-se presumir que os clientes reconhecem a importância desse tipo de feedback, pois permite o acesso a dados diferentes sobre o consumo em qualquer lugar e a qualquer momento, portanto, esse controle poderia ajudá-los a reduzir o consumo (WEMYSS *et al.*, 2019).

A literatura relata a importância de incentivos de preço (E) para a aquisição do medidor inteligente (STEWART *et al.*, 2013; SCHULTZ *et al.*, 2015) e como o preço pode reduzir o valor percebido do produto (ZEITHAML, 1988). Contudo, o preço não foi considerado relevante pelos usuários na decisão de adquirir ou não o dispositivo. Esse resultado implica que os clientes entrevistados são menos sensíveis ao preço e podem ter outros interesses primários, como a tecnologia, conforme apontado por outras pesquisas sobre medidores inteligentes (KAUFMANN *et al.*, 2013; ALBANI *et al.*, 2017).

O modelo de regressão também estimou a interação entre os atributos do medidor inteligente e as variáveis moderadoras. Foi testada a interação entre os atributos energia, água e gás no medidor inteligente com a despesa para cada um dos recursos. Os resultados mostram que a presença do controle de eletricidade (A) e de água (B) no medidor inteligente não tem interação com a despesa (H, I) desses recursos. Esses resultados permitem inferir que o cliente se preocupa com outros aspectos do consumo além do seu gasto, como, tecnologia (KAUFMANN *et al.*, 2013), preocupações ambientais (POORTINGA *et al.*, 2003; MARTINSSON *et al.*, 2011) e normas sociais (SCHULTZ *et al.*, 2015). Em contraste, a interação entre gás (C) e despesa com gás (J) é significativa e infere que os clientes que pagam mais pelo gás estão mais dispostos a incluir esse atributo nas configurações.

A interação entre os atributos do medidor inteligente (A, B, C, D, E) e o gênero (F) mostra uma associação significativa apenas entre gás e gênero (C^*F) e preço e gênero (F^*E). Esse resultado vai na direção do que é mencionado na literatura, em que o gênero tem um papel importante no comportamento do consumidor (BAKSHI, 2012). A análise das interações indica que as mulheres estão mais dispostas a pagar um preço mais alto pelo medidor inteligente. Por outro lado, os homens estão mais interessados em adquirir o dispositivo com controle de gás (C).

Em relação à interação entre os atributos do medidor inteligente e o preço do imóvel, os resultados mostram interação significativa entre água e preço do imóvel (B^*G), gás e preço do imóvel (C^*G) e preço e preço do imóvel (E^*G). Os consumidores que têm imóveis mais valorizados estão mais propensos comprar um dispositivo que monitora o consumo de água e menor preferência em monitorar gás. Por fim, os consumidores com imóveis mais baratos são mais capazes de pagar preços mais altos pelo medidor inteligente. Esse resultado pode ser explicado porque os consumidores com menor renda tendem a se preocupar mais com a redução de consumo e estão mais dispostos a pagar pelo medidor inteligente (BARR *et al.*, 2005).

4. CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível examinar o efeito das características de configuração para os medidores inteligentes na decisão de compra do consumidor. Os resultados obtidos indicam a maior importância dada pelos consumidores da amostra para controle de energia e água, e o acesso ao feedback por meio do aplicativo. Além disso, identificou-se uma menor sensibilidade ao preço, sendo as mulheres e os consumidores de imóveis mais baratos estão mais dispostos a pagar um preço mais alto pelo medidor inteligente.

Este estudo apresentou uma proposta para o monitoramento integrado em tempo real dos recursos energia, água e gás. Indicando de forma geral a presença de medição de eletricidade, água e feedback por aplicativo como a configuração indicada para o dispositivo, além de iniciar no país o estudo sobre o comportamento dos usuários para aplicação de medidores inteligentes. Os resultados ainda podem orientar construtoras para definição da configuração do dispositivo que melhor agrega valor. Além disso, identifica-se a possibilidade de empreender na área a partir da configuração proposta e também pela baixa sensibilidade ao preço indicada na amostra.

AGRADECIMENTO

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

5. REFERÊNCIAS

- ALBANI, A.; DOMIGALL, Y.; WINTER, R. Implications of customer value perceptions for the design of electricity efficiency services in times of smart meters. **Information Systems and e-Business Management**, v. 15, n. 4, p. 825-844, 2017.
- ASIOLO, 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.
- BAKSHI, S. Impact of gender on consumer purchase behaviour. **Journal of Research in Commerce and Management**, v. 1, n. 9, p. 1-8, 2012.
- BARR, S.; GILG, A. W.; FORD, N. The household energy gap: examining the divide between habitual-and purchase-related conservation behaviors. **Energy Policy**, v. 33, n. 11, p. 1425-1444, 2005.
- BUCHANAN, K.; RUSSO, R.; ANDERSON, B. Feeding back about eco-feedback: How do consumers use and respond to energy monitors? **Energy Policy**, v. 73, p. 138-146, 2014.
- 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.
- CAUSSADE, S.; DE DIOS ORTÚZAR, J.; RIZZI, L. I.; HENSHER, D. A. Assessing the influence of design dimensions on stated choice experiment estimates. **Transportation research part B: Methodological**, v. 39, n. 7, p. 621-640, 2005.
- DARBY, S. Smart metering: what potential for householder engagement?. **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 442-457, 2010.
- EHRHARDT-MARTINEZ, K.; DONNELLY, K. A.; LAITNER, S. Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities. 2010.
- FETTERMANN, D. D. C.; CERQUEIRA GUERRA, K.; PATRICIA MANO, A.; DE ALMEIDA MARODIN, G. Uma sistemática para detecção de fraudes em empresas de abastecimento de água. **Interciencia**, v. 40, n. 2, 2015.
- FETTERMANN, D. C.; CAVALCANTE, C. G. S.; ALMEIDA, T. D. D.; TORTORELLA, G. L. (2018). How does Industry 4.0 contribute to operations management? **Journal of Industrial and Production Engineering**, v.35, n.4, 255-268, 2018.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International journal of operations & production management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.
- GANS, W., ALBERINI, A., LONGO, A. Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland. **Energy Economics**, v. 36, p. 729-743, 2013.
- GREEN, P. E.; KRIEGER, A. M.; WIND, Y. Thirty Years of Conjoint Analysis: Reflections and Prospects. **Interfaces**, v. 31, n. 3, p. 56-73, 2001.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; BABIN, B. J.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis: A global perspective** (Vol. 7): Pearson Upper Saddle River. 2010.
- ISLAM, K. T.; ISLAM, A. J.; PIDIM, S. R.; HAQUE, A.; KHAN, M. T. H.; MORSALIN, S. A smart metering system for wireless power measurement with mobile application. **Proceedings of Electrical and Computer Engineering (ICECE). 2016 9th International Conference on. IEEE**. 2016. p. 131-134.

- KARKI, D.; KALIKI, A.; RUSTAGI, R. P. Zygote: A Framework for Prototyping Smart Devices. **Proceedings of Advanced Computing and Communications (ADCOM), 2015 International Conference on**. IEEE, 2015. p. 1-6.
- KAUFMANN, S.; KÜNZEL, K.; LOOCK, M. Customer value of smart metering: Explorative evidence from a choice-based conjoint study in Switzerland. **Energy Policy**, v. 53, p. 229-239, 2013.
- 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.
- LIU, A.; MUKHEIBIR, P. Digital metering *feedback* and changes in water consumption—A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 134, p. 136-148, 2018.
- 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.
- LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. **Stated choice methods: analysis and applications**. Cambridge University Press. 2000.
- MAHMOODI, J.; PRASANNA, A.; HILLE, S.; PATEL, M. K.; BROSCHE, T. Combining “carrot and stick” to incentivize sustainability in households. **Energy Policy**, v. 123, p. 31-40, 2018.
- MANI, Z.; CHOUK, I. Drivers of consumers’ resistance to smart products. **Journal of Marketing Management**, v. 33, n. 1-2, p. 76-97, 2017.
- MOGLES, N.; WALKER, I.; RAMALLO-GONZÁLEZ, A. P.; LEE, J.; NATARAJAN, S.; PADGET, J.; ... O’NEILL, E. How smart do smart meters need to be? **Building and Environment**, v. 125, p. 439-450, 2017.
- NORONHA, A.; MORIARTY, R.; O’CONNELL, K.; VILLA, N. Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights. **Cisco, República Tcheca**, 2014.
- NÆS, T.; LENGARD, V.; JOHANSEN, S. B.; HERSLETH, M. Alternative methods for combining design variables and consumer preference with information about attitudes and demographics in conjoint analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 368-378, 2010.
- POORTINGA, W.; STEG, L.; VLEK, C.; WIERSMA, G. Household preferences for energy-saving measures: A conjoint analysis. **Journal of Economic Psychology**, v. 24, n. 1, p. 49-64, 2003.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products are Transforming Competition. **Harvard Business Review**, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.
- SCHULTZ, P. W.; ESTRADA, M.; SCHMITT, J.; SOKOŁOSKI, R.; SILVA-SEND, N. Using in-home displays to provide smart meter *feedback* about household electricity consumption: A randomized control trial comparing kilowatts, cost, and social norms. **Energy**, v. 90, p. 351-358, 2015.
- SKALSKÁ, H.; FREYLICH, V. Web-bootstrap estimate of area under ROC curve. **Austrian journal of statistics**, v. 35, n. 2&3, p. 325–330-325–330, 2006.
- STEWART, R. A.; WILLIS, R. M.; PANUWATWANICH, K.; SAHIN, O. Showering behavioural response to alarming visual display monitors: longitudinal mixed method study. **Behaviour & Information Technology**, v. 32, n. 7, p. 695-711, 2013.
- TAKENAKA, T.; YAMAMOTO, Y.; FUKUDA, K.; KIMURA, A.; UEDA, K. Enhancing products and services using smart appliance networks. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 65, n. 1, p. 397-400, 2016.
- THAMES, L.; SCHAEFER, D. *Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0*. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 12-17, 2016.
- VASSILEVA, I.; ODLARE, M.; WALLIN, F.; DAHLQUIST, E. The impact of consumers’ *feedback* preferences on domestic electricity consumption. **Applied Energy**, v. 93, p. 575-582, 2012.
- WEMYSS, D.; CELLINA, F.; LOBSIGER-KÄGI, E.; DE LUCA, V.; CASTRI, R. Does it last? Long-term impacts of an app-based behavior change intervention on household electricity savings in Switzerland. **Energy Research & Social Science**, v. 47, p. 16-27, 2019.
- ZEITHAML, V. A. Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. **The Journal of marketing**, p. 2-22, 1988.



12º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto

11 a 13 de setembro de 2019 – Universidade de Brasília UnB