

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

MESTRADO EM GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO**

MODELOS DE NEGÓCIO ELECTRÓNICO NAS REDES
INTELIGENTES DE ENERGIA

LUIS MIGUEL BRITO DA SILVA

SETEMBRO 2012

MESTRADO EM GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

MODELOS DE NEGÓCIO ELECTRÓNICO NAS REDES
INTELIGENTES DE ENERGIA

LUIS MIGUEL BRITO DA SILVA

ORIENTAÇÃO: PROF. DOUTOR ANTÓNIO MARIA PALMA DOS
REIS

SETEMBRO 2012

Acrónimos, Siglas e Abreviaturas

B2B - Business-to-Business (Empresa-Empresa)

B2C - Business-to-Consumer (Empresa-Consumidor)

B2PA - Business to Public Administration (Empresa-Administração pública)

C2C - Consumer-to-Consumer (Consumidor-Consumidor)

CRM - Customer Relationship Management (Gestão do relacionamento com o cliente)

EDP - Electricidade de Portugal

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

MIBEL – Mercado Ibérico de Electricidade

PA2C - Public Administration to Customers/Citizens (Administração pública-Clientes/Cidadãos)

PA2PA - Public Administration to Public Administration (Administração pública-Administração pública)

REN – Rede Eléctrica Nacional

RIE – Redes Inteligentes de Energia (smart grid)

TFM – Trabalho Final de Mestrado

UE – União Europeia

V4BM - 4 Value dimensions of Business Models

VPP – Virtual Power Plant (central eléctrica virtual)

Resumo

A indústria eléctrica encontra-se perante um conjunto importante de desafios dos quais se destacam a liberalização do mercado, a diversificação e descentralização das fontes de produção, a necessidade de aumentar a sua eficiência e conseqüente redução de emissão de gases de estufa. É hoje evidente que as actuais limitações da rede eléctrica impedem a resolução destes problemas e a resposta passa pela investigação a decorrer a nível das RIE (*smart grids*). Devido ao carácter ainda embrionário do conceito, com alguns pilotos a decorrer em locais específicos na UE e em Portugal, muito do trabalho científico que se encontra está centrado ainda na operacionalização do conceito e menos na definição de modelos de negócio a utilizar pela indústria. Este TFM vem colmatar esta lacuna tendo para esse efeito efectuado uma definição conceptual de 17 modelos de negócio de modo a aferir o nível de adequabilidade à sua aplicação nas RIE. De acordo com a avaliação realizada, os modelos com melhor classificação são: *Certificador*, *Gestão de risco*, *Objectivo compra / venda*, *Leilão* e *Rede inteligente*.

Conceitos chave

Redes inteligentes de energia, modelos de negócio, comércio electrónico, framework de avaliação

Abstract

The electrical utilities are facing an important set of challenges among which are market liberalization, the diversification and decentralization of production sources, the need to increase its efficiency and the reduction of greenhouse gases emission. It is now clear that the limitations of the current grid prevent these problems from being solved and therefore the answer is on the ongoing investigation of smart grids. Due to the embryonic nature of the concept, with some pilots taking place in specific locations in the EU and Portugal, much of the scientific work is still focused on the operationalization of the concept and less on the definition of its business models. This TFM fills this gap and to that end made a conceptual definition of 17 business models in order to gauge its level of adequacy for application in the smart grids. According to the evaluation, the models better rated are: *Certificador, Gestão de risco, Objectivo compra / venda, Leilão e Rede inteligente*

Keywords

Smart grids, business models, e-commerce, assessment framework

Índice

Acrónimos, Siglas e Abreviaturas.....	3
Resumo	4
Abstract	5
1. Introdução	8
1.1. Objectivo da investigação	9
1.2. Contributos esperados	11
1.3. Estrutura do TFM	11
2. Revisão da literatura	12
2.1. Modelos de negócio	12
2.1.1. Componentes do modelo de negócio	13
2.2. Modelos de comércio electrónico	14
2.2.1. Modelos de comércio electrónico na indústria eléctrica	18
2.3. Redes inteligentes de energia	19
2.3.1. Modelos e simuladores de funcionamento do mercado	22
3. Metodologia e dados	26
3.1. Abordagem metodológica	26
3.2. Revisão da literatura	27
3.3. Recolha de dados	28
3.4. Análise dos modelos de negócio.....	28
3.5. Conclusões	28
4. Análise de resultados	29
5. Conclusões finais	42
Bibliografia	47
Anexos.....	54

Índice de figuras

Figura 1 - Plano de investigação do TFM.....	26
Figura 2 - Estrutura ontológica V4 dos Modelos de Negócio	31
Figura 3 - Matriz de <i>portfolio</i> de modelos de negócio para RIE	41
Figura 4 - Modelos melhor classificados	43
Figura 5 - Modelos nucleares nas RIE	44
Figura 6 - Modelos de comércio electrónico tradicionais	44
Figura 7 - Modelos com níveis de viabilidade razoáveis.....	45

Índice de tabelas

Tabela 1 - Modelos de negócio seleccionados para o TFM	31
Tabela 2 - Caracterização dos modelos utilizando a <i>framework</i> de Al-Debei e Avison (2010)	39
Tabela 3 - Matriz resumo de viabilidade de modelo	40
Tabela 4 - Matriz resumo de adequabilidade de modelo	41
Tabela 5 - Matriz auxiliar de avaliação do eixo Viabilidade.....	55
Tabela 6 - Matriz auxiliar de avaliação do eixo Adequabilidade	55

1. Introdução

A indústria eléctrica é uma das principais indústrias da sociedade moderna. Através dela e pela rede de distribuição subjacente flui a energia que aquece as nossas casas, que faz funcionar as nossas máquinas, entre tantos outros usos que existem. Esta importância cresceu gradualmente à medida que a industrialização das sociedades modernas começou no início do século XX, e com ela o aumento do consumo de energia levou ao desenvolvimento incremental da rede de transmissão entre diferentes cidades e posteriormente, países.

Mais recentemente, a Comissão Europeia iniciou o processo de abertura à concorrência desta indústria, o que originou a separação entre produtores e comercializadores (*unbundling*)¹. Este movimento foi seguido pelos governos Português e Espanhol que em 2007 levou ao arranque do mercado único de electricidade Ibérico (MIBEL) como corolário de trabalho conjunto desenvolvido nesta área desde 1998².

A esta realidade acresce uma preocupação de desenvolvimento sustentado das sociedades modernas, extremamente premente quando ainda em 2009 a produção de energia eléctrica a partir de combustíveis fósseis é responsável por mais de metade do total de emissões de gases de estufa na UE³. Garantir a sustentabilidade passa por assegurar nesta componente menores consumos, maior eficiência e fontes alternativas de produção de energia, com especial enfoque nas energias renováveis.

¹ EU energy markets - unbundling gas and electricity (http://ec.europa.eu/news/energy/081010_1_en.htm)

² MIBEL (<http://www.mibel.com/index.php?mod=pags&mem=detalle&relmenu=9&relcategoria=1026&idpag=67&lang=pt>)

³ Energy: EU 27 information (http://ec.europa.eu/energy/observatory/eu_27_info/eu_27_info_en.htm)

De um modelo centralizado de produção e com um único fornecedor de energia, a evolução tecnológica, as mudanças regulatórias e as necessidades ambientais estão a originar um modelo descentralizado de produção com várias entidades comercializadoras e em que os seus actores poderão assumir papéis indiferenciados de produtor e consumidor. É hoje evidente que esta mudança de paradigma não pode ser endereçada dentro dos limites da rede eléctrica existente.

A investigação a decorrer a nível das RIE (*smart grids*) pretende responder principalmente a estas questões, utilizando a totalidade do potencial dos Sistemas de Informação de modo a reinventar esta indústria que é fulcral nas sociedades modernas. Inovações nesta área, e sem ser exaustivo, tal como as redes integradas de comunicações (ex. Internet), os agentes inteligentes e autónomos, o comércio electrónico e os modelos teóricos de previsão de consumo e de modelação de comportamentos dos seus intervenientes, permitem-nos afirmar que a sua aplicação à indústria eléctrica, num futuro próximo, criará uma nova realidade de aplicações e processos que terá como consequência lógica uma revolução na forma como o seu negócio se processa.

1.1. Objectivo da investigação

A investigação a decorrer na área das RIE é muito profícua, demonstrando desta forma o interesse científico que desperta, mas também como consequência do empenho dos governos de tornar realidade esta infraestrutura. Devido ao carácter ainda embrionário do conceito, com alguns pilotos a decorrer em locais específicos na UE e em Portugal, muito do trabalho

científico que se encontra é centrado (i) na resolução de problemas técnicos encontrados, (ii) em como interligar na rede os diferentes subsistemas (ex. veículos eléctricos), (iii) em como assegurar a estabilidade da rede, e (iv) na concepção de modelos concorrenciais e de previsão de comportamentos dos actores (consumidores e produtores).

Como se pode depreender, estamos ainda longe de uma definição de um *standard* de facto para as RIE e no entendimento do autor isso pode explicar a razão de praticamente não existir investigação exploratória que procure determinar quais os modelos de negócio que possam ser utilizadas nas RIE. Este TFM surge, portanto, com o objectivo de colmatar esta carência e pretende:

- Inventariar os modelos de comércio electrónico que já foram estudados na literatura científica;
- Aplicando uma *framework* unificada de modelo de negócio, caracterizá-los conceptualmente para utilização nas RIE;
- Classificar cada modelo de negócio numa matriz de *portfolio* de eixos Viabilidade e Adequabilidade.

Para colmatar a inexistência de um *standard* para as RIE, um objectivo secundário deste TFM foi identificar, a partir da revisão da literatura, um conjunto de características das RIE que são comuns. Estas características são depois utilizadas para efeitos da classificação da Adequabilidade de cada modelo de negócio às RIE.

1.2. Contributos esperados

Pretende-se que o TFM contribua no sentido de:

- Colmatar uma carência na investigação científica em RIE, presentemente muito concentrada nos aspectos tecnológicos, em que praticamente não existem trabalhos na definição conceptual de modelos de negócio adequados a esta área;
- Dotar as empresas da indústria eléctrica de uma *framework* que podem utilizar para analisar outros modelos de negócio que não foram contemplados no TFM actual.

1.3. Estrutura do TFM

O trabalho final de mestrado inicia-se com uma revisão de literatura, capítulo 2, que serviu para reunir o conhecimento necessário à elaboração da presente dissertação.

O capítulo 3 descreve passo a passo, o plano de investigação que o autor seguiu, os seus pressupostos e estratégia seguida.

No capítulo 4 são apresentados os resultados que a dissertação procurou atingir, nomeadamente, quais os modelos de comércio electrónico que poderão ser utilizados nas RIE.

Por último o capítulo 5 apresenta as conclusões finais com referência a contributos e limitações do TFM.

2. Revisão da literatura

A revisão da literatura está organizada em três secções. A primeira parte da revisão centra-se na descrição do conceito de modelo de negócio (*business model*). Esta descrição apresentará alguns conceitos basilares para a compreensão da secção seguinte em que se descreve o conceito de comércio electrónico (e-commerce). A revisão termina com a descrição do conceito de RIE (*smart grid*) e suas características.

2.1. Modelos de negócio

Wustenhagen e Boehnke (2008) fazem uma caracterização aprofundada do conceito de modelo de negócio. A pesquisa nesta área ganhou notoriedade no final dos anos 90 com o *boom* da utilização da Internet (Mahadevan, 2000; Morris, Schindehutte, e Allen, 2005; Afuah e Tucci, 2002; Alt e Zimmermann, 2001; Tapscott, Lowy, e Ticoll, 2000; Timmers, 1999). Mais recentemente, este tema tem sido discutido num conjunto mais amplo de publicações de gestão ex.: (Chesbrough, Betriebswirt, e Rosenbloom, 2000; Shafer, Smith, e Linder, 2005).

Apesar de existirem várias tentativas efectuadas por um número considerável de publicações, visando a explicação do conceito de modelo de negócio, ainda não existe uma definição que seja genericamente aceite como tal pela comunidade (Osterwalder, Pigneur, e Tucci, 2005; Shafer, Smith, e Linder, 2005). Aparentemente, a comunidade concorda que se trata de uma nova e importante unidade de análise, relevante para teoria e práticas de gestão (Chesbrough, Betriebswirt, e Rosenbloom, 2000; Morris, Schindehutte, e Allen,

2005). Pela análise do modelo de negócio é possível compreender os factores chave de sucesso na criação de valor. Além disso, o modelo pode ser utilizado para medir, comparar ou mesmo alterar a lógica de negócio (Morris, Schindehutte, e Allen, 2005; Osterwalder, Pigneur, e Tucci, 2005; Shafer, Smith, e Linder, 2005). Podemos, portanto, definir na sua forma genérica, modelo de negócio como a descrição de um plano ou negócio existente e respectivas características no que diz respeito à criação de valor e orientação ao mercado (Hedman e Kalling, 2003; Osterwalder, Pigneur, e Tucci, 2005; Stähler, 2001).

2.1.1. Componentes do modelo de negócio

Normann (1977; 2001) descreve um modelo de negócio em que identifica três componentes diferentes:

- O ambiente externo, as suas necessidades e aquilo que é valorizado;
- A oferta da empresa;
- Factores internos, como a estrutura da organização, recursos, conhecimento e capacidades, sistemas e valores.

O conceito é de natureza sistémica e a relação com o ambiente exterior depende da oferta, que por sua vez é dependente de factores internos. McGrath e MacMillan (2000) incluem no modelo de negócio como componentes: "a forma como uma empresa organiza seus *inputs*, os converte num resultado com valor, e como convence os seus clientes a comprar". Schumpeter (1934; 1950) afirmou que a inovação empresarial incluiu a

combinação de factores de produção anteriormente desconexos, podendo estes serem encarados como componentes do modelo. Estes factores são:

- Novos mercados e indústrias;
- Produtos;
- Processos de produção;
- Cadeia de abastecimento.

Hedman e Kalling (2003) sugerem um modelo genérico que inclui elementos a nível de produto (clientes, concorrentes, oferta, organização e tarefas, recursos, factores de produção e aprovisionamento), complementado com componentes de processo (o que os autores chamaram *scope of management*), possibilitando de acordo com sua opinião cobrir a dinâmica do negócio e restrições culturais e cognitivas que as organizações enfrentam na sua actividade.

2.2. Modelos de comércio electrónico

A análise de modelo de negócio é utilizada com particular interesse no âmbito da investigação em comércio electrónico. Antes de descrevermos com mais detalhe os modelos de comércio electrónico identificados na literatura, convém clarificar genericamente o significado de comércio.

As actividades comerciais desenvolvem-se à volta do conceito de troca que pode ser decomposto em três elementos: *Search*, *Assessment* e *Transaction* (SAT) (Kinder 2002):

- *Search* (procura): o proposital prospectivo em torno de opções que satisfaçam uma necessidade efectiva, envolve a recolha, (a um custo), por meio do estudo actual ou anterior, opções disponíveis, seus custos e resultados expectáveis;
- *Assessment* (avaliação): fazer um julgamento sobre informações e opções existentes e respectivos resultados;
- *Transaction* (transacção): representa a conclusão de que um processo comercial não é mais do que um intercâmbio mútuo de valores, resultando numa mudança de propriedade ou de uso, podendo incluir ou não, um serviço de pós-venda, normalmente implicando um pagamento e pode ocorrer em sincronia com as actividades de pesquisa e avaliação.

Cada elemento do processo de troca contém pelo menos um nó de decisão para o comprador. Esta decomposição do processo é feita na perspectiva da troca e não na pessoa ou organização que está envolvida.

A decomposição nos seus elementos realça, segundo Kinder (2002), a importância que a conectividade e interactividade representam para os modelos de comércio electrónico, cuja dinâmica passa por atrair *hits* ou visitantes (pesquisa), manter o interesse (avaliação) e concluir a venda (transacção).

Pode-se depreender, portanto, que comércio electrónico (e-commerce) é aquele que utiliza a internet para a troca de informação de valor entre

empresas, parceiros de negócio, clientes e empregados sem limitações geográficas nem de tempo (Barnes-Vieyra e Claycomb, 2001).

Com base nesta definição, Chang e Ling (2003) identificam os dois principais segmentos de comércio electrónico como sendo as interações Empresa-Empresa (Business-to-Business – *B2B*) e Empresa-Consumidor (Business-to-Consumer – *B2C*). Outras perspectivas de âmbito mais alargado são, por exemplo: Canzer (2003) lista *B2B*, *B2C*, e Consumidor-Consumidor (Consumer-to-Consumer – *C2C*).

Kinder (2002) vai mais longe, listando seis possíveis formas: *B2B*, *B2C*, Empresa-Administração pública (Business to Public Administration – *B2PA*), Administração pública-Administração pública (Public Administration to Public Administration – *PA2PA*), Administração pública-Clientes/Cidadãos (Public Administration to Customers/Citizens – *PA2C*), e *C2C*.

Se a segmentação do comércio electrónico é variada, o mesmo se pode esperar também dos diferentes modelos e categorias que têm sido propostos na literatura. A compilação efectuada por Ariguzo, Mallach, e White (2006) dos modelos propostos nos últimos 10 anos, evidencia esta tendência: Hanrott (1999) propôs duas grandes categorias: os modelos importados do “mundo real” e os modelos desenvolvidos para a internet.

Em contraste, Hanson (2000) divide os modelos de negócio em dois grandes níveis: modelos baseados em melhorias ou baseados em rendimento.

Applegate (2001) sugere cinco categorias de modelos de comércio electrónico: Distribuidor, Portais, Produtores, Infra-estruturas de portal e de produção.

Dubosson-Torbay, Osterwalder, e Pigneur (2002) propuseram um método de

classificação, desenvolvimento e medição destes modelos: Inovação de produto, Relação com o cliente, Gestão de infra-estrutura, e Aspectos financeiros.

Esta diversidade, brevemente caracterizada neste TFM, levou ao aparecimento de literatura com o objectivo de uniformizar o conceito e criar uma estrutura ontológica única. Com base no trabalho de Osterwalder, Pigneur, et al. (2002), e de Hedman e Kalling (2003), Al-Debei e Avison (2010) desenvolveu uma *framework* unificada do conceito de modelo de negócio onde são propostos quatro constructos principais pelo qual o conceito é caracterizado, denominado V4BM:

- *Value proposition*: Uma caracterização da lógica de negócio da criação de valor para os seus clientes e / ou para cada parte envolvida através da oferta de produtos e serviços que satisfaçam as necessidades dos diferentes segmentos de mercado;
- *Value architecture*: Uma caracterização da arquitectura da organização, incluindo sua arquitectura tecnológica e infra-estrutura organizacional que permite a entrega de produtos e serviços, incluindo os fluxos de informação;
- *Value finance*: Uma caracterização da forma como uma organização gere as questões relacionadas com custos, preços e estrutura de receita com o objectivo de manter e melhorar a sua facturação;
- *Value network*: Uma caracterização da forma como uma organização concretiza transacções de negócio pela coordenação e colaboração entre várias empresas.

Os constructos identificados por estes autores são aplicados neste TFM, para de uma forma conceptual, caracterizarem os modelos de negócio no contexto das RIE.

2.2.1. Modelos de comércio electrónico na indústria eléctrica

O movimento de liberalização dos mercados eléctricos no mundo desenvolvido começou originalmente no mercado americano em 1992 (Moody, 2004). Com a liberalização houve uma necessidade por parte das empresas de electricidade em melhorarem o serviço prestado aos seus clientes com o objectivo de se diferenciarem perante a concorrência.

Mihlmester e McKelvey (2006) estudaram esta tendência e identificaram que as eléctricas apostaram na prestação de serviços e/ou produtos especializados, tais como serviços de segurança, telecomunicações, serviços de eficiência energética, etc.

A prestação destes serviços caracteriza-se por ser feito por empresas terceiras contratadas pelo comercializador ou através de *sites* por iniciativa do consumidor.

A nível dos serviços, os de eficiência energética foram identificados como um factor diferenciador na escolha do comercializador, possibilitando aos clientes efectuarem análises tipo “faça você mesmo” de auditar consumos de energia numa casa ou pequena empresa, ou oferecendo capacidades de inventariar e compreender como é consumida energia.

As eléctricas tem ainda um longo caminho a percorrer para explorar eficazmente o potencial de negócio que o comércio electrónico encerra em si.

2.3. Redes inteligentes de energia

As redes inteligentes de energia ou *smart grid* vão possibilitar às empresas de electricidade uma visão constante e controlo aprofundado do estado de toda a rede e seus constituintes. As RIE serão capazes de lidar com anomalias no sistema e até prevenir desequilíbrios entre produção e consumo que hoje em dia resultam em quebra de serviço. Por último a utilização das RIE irá possibilitar novas formas de interacção e/ou transacções comerciais entre os diversos participantes do mercado de electricidade (Farhangi, 2010). A concretização deste objectivo passa pela realização de trabalhos de investigação a nível macro e micro.

A nível Macro, uma das principais questões a responder tem a ver com a coordenação e comunicação de vários elementos na rede, nomeadamente a possibilidade de ser adicionado ou removido nós da rede de uma forma transparente ou a possibilidade de funcionamento autónomo de certas partes da rede em situações de emergência ou de quebras da mesma.

Rahman, Pipattanasomporn, e Teklu (2007) propõem um sistema eléctrico baseado num conceito de micro-rede inteligente. Este conceito agrega a uma rede física de distribuição, uma rede electrónica, o que permite que cada nó da rede (consumidor e/ou produtor) possa comunicar com outro nó.

Esta abordagem possibilita uma maior resiliência da rede face a situações de emergência: numa situação normal esta rede é complementar à rede principal, os consumidores podem optar por adquirir electricidade a partir dos seus vizinhos ou das empresas de energia; em situações de emergência (ex. falta de electricidade na rede) esta micro-rede pode isolar-se da rede principal e funcionar de uma forma autónoma assegurando a colaboração de cada um dos seus nós para garantir a electricidade necessária às necessidades dessa micro-rede, quer a partir de fontes próprias de produção (ex.: painéis solares) quer por aquisição de energia a partir de outras micro-redes.

Schaeffer e Akkermans (2006) apresentam uma arquitectura similar à proposta anteriormente mas a plataforma electrónica de negociação utilizada vai além do conceito de *bulletin board* do artigo anterior. A plataforma denominada “PowerMatcher” é capaz de balancear oferta e procura utilizando agentes inteligentes em resposta a mudanças de preço consoante os níveis de procura existentes a nível micro.

Ainda a nível Macro, outra importante questão que tem vindo a ser endereçada, passa pela gestão e coordenação dos diferentes produtores de energia que podem ser agrupados mediante o conceito de Virtual Power Plant (VPP) de modo a quando necessário injectar energia em falta na rede.

Andersen et al. (2008) apresenta uma arquitectura que se baseia em duas etapas. Numa primeira, um produtor interessado em participar teria de se registar perante uma entidade denominada “Match Maker”, responsável por ficar com os registos do produtor e disponibilizar os meios de pesquisa pelos diferentes VPPs que existam. Numa etapa seguinte, é estabelecida uma

comunicação directa entre produtor e VPP que escolheu, o que permite a partir daquele momento, uma coordenação eficiente da produção daquele local com a restante VPP a que está agregada.

Outra frente de trabalhos está relacionada com a procura de soluções na gestão da rede a nível Micro. De facto sem garantir um funcionamento mais autónomo e eficiente a nível de casas e escritórios muito dificilmente a nível macro será possível reduzir consumos e evitar a ocorrência de picos de tensão. Nesse sentido, um tópico que tem vindo a ser investigado é a gestão eficiente das casas e respectivos electrodomésticos, havendo no terreno diferentes abordagens para atingir este objectivo. Allerding, Becker, e Schmeck (2011) apresentam uma arquitectura com o objectivo de possibilitar uma deslocalização de consumos para horários onde a procura de energia é menor à custa de alguma comodidade para o consumidor final.

Uma outra abordagem proposta por Molderink et al. (2009) prevê a utilização de algoritmos de optimização que visam alcançar consumos eficientes a nível de uma casa, mas que respeita as preferências dos consumidores e da própria rede.

Complementar a estes trabalhos, Lopes et al. (2010) propõe uma arquitectura que possibilita a integração e exploração da energia armazenada na bateria dos carros eléctricos de modo a potenciar uma gestão inteligente da micro-rede, a nível de consumos e utilização máxima dos períodos de baixa procura na rede.

2.3.1. Modelos e simuladores de funcionamento do mercado

Uma área particular de investigação nas RIE está centrada na compreensão e modelação do funcionamento do mercado de electricidade incluindo o comportamento dos seus intervenientes (produtores e consumidores). Por se tratar de um mercado com características complexas, de interacção entre diversos actores autónomos e cujo comportamento influencia directamente o mercado em que actuam, limitaremos a revisão de literatura neste TFM aos modelos de simulação baseados em agentes inteligentes.

Esta área tem actividade desenvolvida a nível macro (funcionamento do mercado por grosso de electricidade) e micro (comportamento dos intervenientes).

A nível Macro, e apesar do trabalho desenvolvido, Tesfatsion (2006) realça que não é ainda claro como é que estes modelos poderão ser modificados para utilização em larga escala (com milhares de agentes) e simultaneamente manterem a sua utilidade e praticabilidade. Outro ponto fraco resulta da dificuldade em validar os resultados obtidos pelo modelo face aos dados empíricos de partida.

Estes pontos fracos foram também identificados por Weidlich e Veit (2008) num trabalho de inventariação e análise crítica de alguns modelos de simulação baseados em agentes inteligentes. Nos modelos estudados foram também identificadas outras características que limitam a sua aplicabilidade, nomeadamente:

- A grande maioria dos modelos negligencia as restrições associadas à rede de transmissão;
- Um bom número de modelos representa o lado da procura como não sendo sensível a flutuações de preço;
- Num bom número de modelos a capacidade de aprendizagem dos agentes é direccionada para a obtenção da maior margem de lucro possível;
- Grande heterogeneidade na representação de actores racionais; na utilização de técnicas de validação; e na validação de resultados obtidos.

Complementar a esta área de investigação, a nível Micro, podemos encontrar um conjunto de trabalhos de modelação e compreensão do comportamento dos consumidores finais. Roop e Fathelrahman (2003) estudaram os factores de motivação que levam os agregados familiares a optar por contratos de tarifas dinâmicas ao invés de contratos com tarifa fixa. Os resultados da modelação permitem concluir que:

- Quando a tarifa de mercado se encontra acima da tarifa de valor fixo, os consumidores optam pelo período horário mais vantajoso da tarifa bi-horária;
- Quando a tarifa de mercado se encontra abaixo das restantes tarifas, os consumidores numa primeira fase optam pelo período horário mais vantajoso da tarifa bi-horária e seguidamente pela tarifa em tempo real enquanto o intervalo de preço for competitivo face às outras tarifas;

- Quando a tarifa de mercado flutua próxima da tarifa fixa, os consumidores escolhem o período horário mais vantajoso da tarifa bi-horária.

Este comportamento explica-se pelo facto da utilização da tarifa bi-horárias permitir ao consumidor mover o consumo de electricidade para faixas horárias com tarifas mais baratas e portanto usufruir de poupanças na sua conta de electricidade.

Müller, Sensfub, e Wietschel (2007) tiveram como principal objectivo de investigação determinar as interdependências entre o nível de participação dos consumidores no mercado vs. a definição de estratégias de mercado por parte dos respectivos fornecedores. Comparando os resultados da modelação com o observado no mercado eléctrico alemão, os autores concluem que a subida de tarifas ocorrida no mercado real é explicada pelo facto dos consumidores alemães não participarem activamente, via troca de fornecedor, resultando num baixo nível de competição. Não é necessário, portanto, que ocorra conluio de preços entre fornecedores ou aumento de custos para que as tarifas incrementem, mas apenas como resultado de um comportamento apático dos consumidores face a um comportamento de maximização do lucro por parte dos fornecedores.

O estudo de Valenzuela, Thimmapuram, e Kim (2011) permite caracterizar o comportamento dos consumidores face à utilização de tarifas em tempo real, e avaliar os efeitos das suas escolhas a nível de preços de mercado, picos de procura, e custos associados. Neste modelo, os consumidores com base no

preço estimado para o dia seguinte, transferem o consumo de energia para ocorrer em horas com custo mais baixo. Os autores realçam que o aumento da flexibilidade da transferência do consumo para horas não de ponta permite numa fase inicial a redução de custos de energia, mas estes benefícios reduzem-se quando o nível de flexibilidade é excessivo. Observa-se também que a configuração do sistema eléctrico, nomeadamente a capacidade da rede de transmissão e a localização dos consumidores mais propensos a alterar os horários de consumos de energia, são factores que limitam estes benefícios, muito por responsabilidade de aumento de congestionamento em certos segmentos da rede de distribuição e pela alteração dos perfis de carga.

3. Metodologia e dados

A elaboração deste TFM seguiu um plano de investigação retratada sumariamente na **Figura 1** e descrita nos parágrafos seguintes.



Figura 1 - Plano de investigação do TFM

3.1. Abordagem metodológica

A perspectiva filosófica que o autor adoptou à realização do TFM é a perspectiva interpretativista; nesta dissertação efectuam-se interpretações de modelos de negócio com o objectivo exploratório de analisar um conceito – modelo de negócio – e aplicar o conceito numa outra área tal como é o caso da REI; neste TFM não se pretende obter resposta a hipóteses de investigação, nem tão pouco se está a estudar um fenómeno cuja compreensão é possível de atingir de forma independente dos seus actores sociais.

A unidade de análise são, na opinião do autor, as características das RIE e quais os modelos de negócio mais adequados a essas características. Como tal a questão de investigação principal é: “Quais os modelos de comércio electrónico mais adequados às RIE?”, e a questão secundária é: “Quais as

características que são comuns nas diferentes investigações a decorrer na área das RIE?”

A estratégia de investigação seguida é a indutiva; aplicando a derivação de generalizações a partir de dados qualitativos foi possível aplicar o conceito a uma área diferente, neste caso as RIE, da que habitualmente estes modelos de negócio são utilizados, tipicamente o comércio electrónico na internet.

3.2. Revisão da literatura

A revisão da literatura centrou-se em duas áreas de conhecimento: (i) a nível de modelos de negócio, e em particular, os modelos de comércio electrónico; e (ii) a nível das RIE.

O processo de pesquisa foi baseado principalmente nas bibliotecas digitais mais conhecidas (ex.: Proquest, ScienceDirect, IEEEXplore, JSTOR) utilizando palavras-chave (*keywords*) diferenciadas para cada área de conhecimento; na primeira foram usadas “business model”, “e-commerce”, “assessment”, “framework”, “evaluation”, “e-business”; para a segunda foram usadas “smart grid”, “electric grid”, “wholesale electricity market”, “micro grid”, “distributed energy resources”.

Cada artigo foi sujeito a uma análise de qualidade a nível de relevância do seu conteúdo, número de citações, ano de publicação (primazia a artigos mais recentes) e sua origem. Esta análise possibilitou a sua classificação como relevante ou não; para os relevantes seguiu-se uma abordagem mais fina

utilizando a sua bibliografia como ponto de partida para aprofundar a análise para autores e artigos que não tinham sido pesquisados previamente.

3.3. Recolha de dados

A recolha de dados efectuada teve como objectivo compreender as características actuais do mercado português de electricidade e decorreram durante o mês de Julho de 2012. Foram utilizados como fonte documental primária os *sites* da entidade reguladora Portuguesa (ERSE) e da gestora da rede eléctrica Portuguesa (REN). Posteriormente foram realizadas entrevistas semiestruturadas aos dois principais comercializadores de energia Portugueses: EDP e Galp, bem como na REN. As entrevistas decorreram pessoalmente e incluíram pessoas responsáveis da área de transporte, distribuição e da área comercial.

3.4. Análise dos modelos de negócio

Para a selecção e classificação dos artigos científicos utilizados no TFM foi utilizado a técnica qualitativa de análise temática.

3.5. Conclusões

A conclusão do TFM inclui um resumo breve dos principais contributos que a dissertação entrega à comunidade académica, uma identificação de limitações que o autor considera relevantes e na sua opinião perspectivas de investigação futuras que a presente dissertação torna possível.

4. Análise de resultados

A investigação na área de modelos de negócio tem vindo, nos últimos anos, a ser palco de uma vasta actividade científica. Esta actividade, como se pode depreender da revisão da literatura, tem-se pautado pela diversidade e quantidade dos temas em estudo, existindo várias situações de sobreposição entre os modelos propostos por diferentes investigadores.

Para minorar esta situação foram utilizados os trabalhos críticos de (i) Hayes e Finnegan (2005); (ii) Pateli e Giaglis (2004); e (iii) Ngai e Wat (2002) para obter uma lista consensualizada de modelos de negócio electrónico. Com base nesta lista, o autor seleccionou para o âmbito do TFM aqueles que foram alvo de estudo por pelo menos dois investigadores diferentes (**Tabela 1**).

Definição	Nome modelo	Autor / Autores
Presença na <i>web</i> de uma empresa ou loja. Pode ser apenas institucional ou ter capacidades de compra e pagamento <i>online</i>	e-Shop	(Timmers 1999; Rappa 2003)
Colecção de lojas virtuais, geralmente agrupadas debaixo de uma marca chapéu, e oferecendo um método comum de pagamento	e-Mall	(Timmers 1999; Rappa 2003)
Aprovisionamento na <i>web</i> . Pode existir num modelo <i>distributor</i> (liga grandes compradores a produtores) ou <i>manufactor</i> (reduzir o canal de distribuição) ou <i>hub</i> (aumento de eficiência do processo de compras)	e-Procurement	(Timmers 1999; Rappa 2003; Kaplan e Sawhney 2000)

Definição	Nome modelo	Autor / Autores
Acesso <i>web</i> ao catálogo de produtos de uma empresa. Existe a possibilidade de o fornecedor do <i>marketplace</i> adicionar capacidades de encomenda, entrega e pagamento	Third-party marketplace	(Timmers 1999; Rappa 2003; Kaplan e Sawhney 2000; Tapscott et al. 1998)
<i>Marketplace</i> tradicional com controlo reduzido ou inexistente das transacções realizadas entre compradores e vendedores	e-Auction	(Timmers 1999; Rappa 2003; Tapscott et al. 1998)
Encoraja a interacção entre membros num mercado específico contendo informação de produto, fornecedor e notícias da indústria	Virtual community	(Timmers 1999; Rappa 2003; Tapscott et al. 1998)
Providenciam serviços de pesquisa de informação, categorização de clientes, suporte ao investimento e outros relacionados com áreas de conhecimento especializadas	Information brokerage	(Timmers 1999; Rappa 2003)
Serviços de notariado electrónico e de certificação	Trust Services	(Timmers 1999; Rappa 2003)
O modelo de publicidade na <i>web</i> é uma extensão do modelo tradicional de meios de comunicação de massa. A emissora, neste caso um <i>site</i> , fornece conteúdo (geralmente, mas não necessariamente gratuito) e serviços (ex. e-mail, mensagens instantâneas, <i>blogs</i>) misturada com mensagens de publicidade em forma de <i>banners</i> .	Advertising	(Phillips 1997; Rappa 2003)

Definição	Nome modelo	Autor / Autores
Cobra um valor periódico (diária, mensal ou anual) pela prestação de um serviço ou conteúdo.	Subscription	(Phillips 1997; Rappa 2003)

Tabela 1 - Modelos de negócio seleccionados para o TFM

Os modelos seleccionados foram sujeitos pelo autor a uma caracterização qualitativa com o objectivo de os adequar ao mercado eléctrico português em geral e ao conceito de redes inteligentes de energia em particular. Para esse efeito foram utilizados os constructos principais que Al-Debei e Avison (2010) propõem na sua *framework* unificada (**Figura 2**).

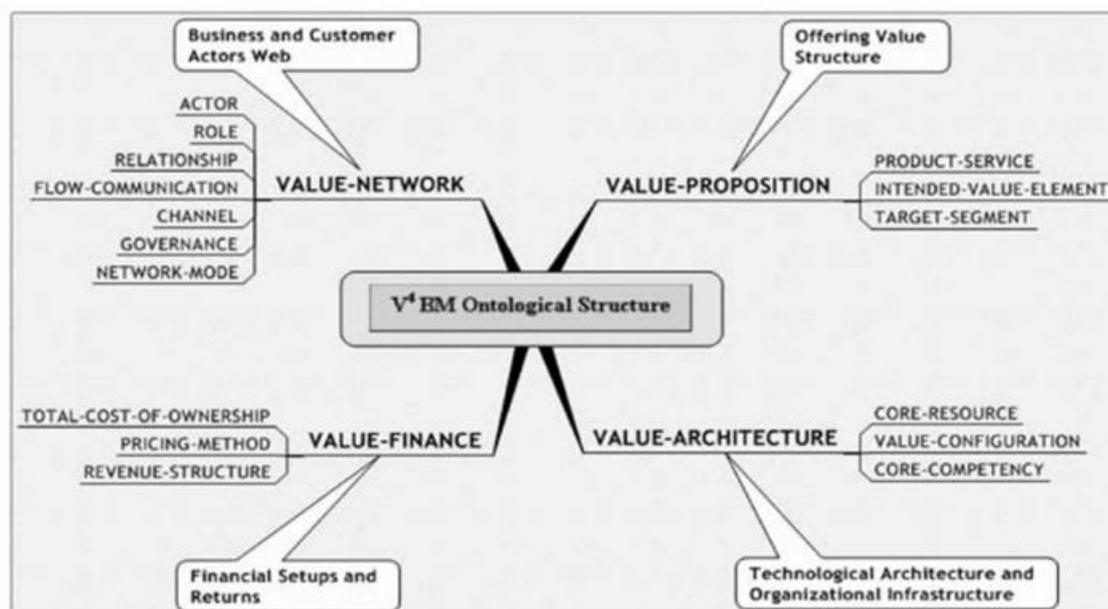


Figura 2 - Estrutura ontológica V4 dos Modelos de Negócio

Para realizar este trabalho o autor efectuou previamente uma apreciação crítica em duas áreas: (i) a compreensão do mercado português a partir da análise dos dados da ERSE e REN e complementada com as opiniões obtidas nas

entrevistas efectuadas, e (ii) a análise e inventariação das características principais das RIE descritas na literatura. O resultado deste trabalho pode ser consultado na **Tabela 2**.

De seguida efectuou-se uma avaliação de cada modelo de negócio utilizando para esse efeito a matriz de avaliação de *portfolio* proposta por Tjan (2001) que utiliza os eixos Viabilidade e Adequabilidade.

Neste TFM entende-se Viabilidade como o grau Baixo, Médio ou Alto que um modelo de negócio apresenta face à sua concretização quando analisado perante os seguintes critérios de negócio: (i) *necessidades de financiamento*, (ii) *potencial de mercado*, (iii) *complexidade de implementação*, (iv) *retorno de investimento*.

A caracterização de cada modelo de negócio (**Tabela 2**) foi sujeita, pelo autor, a uma avaliação perante cada um dos critérios de viabilidade numa escala qualitativa Alto, Médio e Baixo. Ao grau Alto foi associado o valor 3, ao grau Médio o valor 2 e ao grau Baixo o valor 1; apurou-se o valor final utilizando uma média aritmética simples, como se pode consultar na **Tabela 3**. Para os critérios (i) e (iii) a escala utilizada é invertida, atribuindo-se Alto quando o grau de necessidades de financiamento ou de complexidade de implementação se considera pequeno.

Em relação ao eixo Adequabilidade, entende-se como o grau Baixo, Médio ou Alto que apresenta um modelo de negócio à sua utilização nas redes inteligentes de energia em geral, e em Portugal em particular. Os critérios

utilizados foram os seguintes: (a) *Suporte à variedade de opções de produção de energia*, (b) *Suporte à variedade de perfis de consumos*, (c) *Suporte à comunicação entre componentes do sistema*, (d) *Suporte à interacção e/ou transacções comerciais entre os diferentes participantes do mercado de electricidade*.

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
e-Commerce tradicional	Existência de vários <i>sites web</i> de cada comercializador, independentes entre si, com apresentação institucional, oferta e área de clientes transaccional com venda de contratos de electricidade com ou sem serviços adicionais (p.e. eficiência energética)	e-Shop	Canal complementar à rede física de lojas do comercializador que possibilita uma gestão descentralizada pelos clientes da sua conta, constituição e alteração de contratos e outros serviços	Portal multicanal (web e mobile) integrado com sistemas de facturação, contratos e clientes	Redução de custos de operação por via de automatização e desmaterialização de processos	Colaboração com seus clientes
Retalhista	<i>Site</i> de retalhista, especializados ou generalistas (p.e. hipermercado), que além de produtos tradicionais vendem contratos de electricidade com ou sem serviços adicionais (p.e. reparações domésticas)	e-Shop	Fortalecimento de posicionamento do retalhista pela inclusão na sua oferta de um serviço essencial	Portal multicanal (web e mobile) integrado com sistemas dos comercializadores	Incremento da facturação por via recebimento de comissões de intermediação e por fidelização da base de clientes	Integração com comercializadores de electricidade
Shopping	<i>Site</i> generalista ou especializado no sector eléctrico, de hospedagem de lojas <i>online</i> , com suporte transaccional a venda produtos e serviços tais como contratos de electricidade (com ou sem serviços extra) e que pode fornecer adicionalmente serviços de CRM	e-Mall	Permite a pequenos comercializadores a venda de contratos de energia a uma base alargada de clientes frequentadora do <i>site</i>	Portal web integrado com sistemas de pagamento electrónico	Acesso facilitado a uma base maior de clientes e por essa via o aumento das vendas; partilha de custos de manutenção do portal	Integração entre todos participantes no mercado eléctrico (consumidores, produtores, certificadores / reguladores, pagamentos e recebimentos)

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
Grandes consumidores	Existência de vários <i>sites web</i> de cada grande consumidor, independentes entre si, que possibilita o aprovisionamento <i>online</i> das necessidades de electricidade destes clientes, com ou sem serviços adicionais.	e-Procurement	Canal próprio de um grande consumidor de aprovisionamento electrónico de electricidade e serviços associados	Portal web integrado com sistemas dos comercializadores	Redução de custos de operação por via de automatização e desmaterialização de processos; redução de intermediários e aumento de fornecedores	Integração com comercializadores de electricidade
Hub	<i>Site</i> de aprovisionamento para grandes consumidores em que a electricidade pode ser vendida em contratos de médio e longo prazo ou em mercado <i>spot</i>	e-Procurement	Canal de um grupo de grandes consumidores de aprovisionamento electrónico de electricidade e serviços associados	Portal web integrado com sistemas de aprovisionamento dos seus consumidores com sistemas dos comercializadores	Redução de custos de operação pela sua partilha, por via da automatização e desmaterialização de processos e pela compra em quantidade; redução de intermediários e aumento de fornecedores	Integração com seus participantes e comercializadores de electricidade
Objectivo compra / venda	<i>Site</i> de um intermediário que agrega ordens de compra ou venda de electricidade dos seus clientes (pequenos ou grandes) com o objectivo de as satisfazer o melhor possível por contrapartida de uma comissão	Third-party marketplace	Mercado electrónico onde ordens de venda ou de compra são satisfeitas podendo envolver negociação directa, por intermediação e agregação com recurso a agentes de <i>software</i> ou não	Portal multicanal (web, mobile, <i>smart grid</i>), integrado com sistemas dos comercializadores, pequenos produtores e sistemas <i>smart grid</i> dos consumidores com suporte a agentes de <i>software</i>	Redução de custos de transacção dos participantes no mercado; redução das tarifas de electricidade por efeito de maior concorrência e eficiência nas trocas	Integração entre todos participantes no mercado eléctrico (consumidores, produtores, certificadores / reguladores, pagamentos e recebimentos)

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
Pesquisador	<i>Site</i> de um intermediário que presta serviços de pesquisa e comparação de ofertas, neste caso de contratos e tarifários de electricidade e serviços associados de acordo com critérios dos seus clientes por contrapartida de uma comissão	Third-party marketplace	Prestação de serviços que os consumidores finais dão valor e que podem incluir além do aconselhamento a contratação do contrato de energia aconselhado. Podem ser prestados presencialmente, por intermédio de um site ou por utilização de agentes de software	Portal multicanal (web, mobile, <i>smart grid</i>), integrado com sistemas dos comercializadores, pequenos produtores e sistemas <i>smart grid</i> dos consumidores com suporte a agentes de <i>software</i>	Redução de custos por intermédio de contratação de contratos de energia mais adequados à procura	Integração com comercializadores de electricidade
Leilão	<i>Site</i> de um intermediário, generalista ou especializado no sector eléctrico, que organiza leilões normais ou invertidos de produtos e serviços e neste caso de contratos de electricidade com ou sem serviços incluídos, entre produtores e consumidores, por contrapartida de uma comissão	e-Auction	Mercado electrónico onde ordens de venda ou de compra são satisfeitas através de leilão com recurso a agentes de <i>software</i> ou não	Portal multicanal (web, mobile, <i>smart grid</i>), integrado com sistemas dos comercializadores, pequenos produtores e sistemas <i>smart grid</i> dos consumidores com suporte a agentes de <i>software</i>	Redução de custos de transacção dos participantes no mercado; redução das tarifas de electricidade por efeito de maior concorrência e eficiência nas trocas	Integração entre todos participantes no mercado eléctrico (consumidores, produtores, certificadores / reguladores, pagamentos e recebimentos)
Leilão promocional	Cada comercializador poderá organizar no seu <i>site</i> leilões promocionais (normais e invertidos) de aquisição de electricidade para grandes e pequenos consumidores	e-Auction	Canal próprio de um comercializador electricidade que promove leilões de aquisição com condições especiais face ao mercado	Portal multicanal (web e mobile) integrado com sistemas facturação, contratos e clientes	Redução dos custos de promoção e publicidade; redução de custos pelo escoamento do excesso de produção eléctrica	Colaboração com seus clientes e <i>prospects</i>

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
Comunidade clientes	<i>Site</i> de comunidade dos clientes de um comercializador onde é possível a interacção entre estes e a empresa, promoção de actividades de apoio social e promocionais desse comercializador e sua comunidade	Virtual community	Providenciar aos clientes de um comercializador uma área que promova a afinidade destes com a empresa, criando um canal de comunicação bidireccional e multiponto	Portal multicanal (<i>smart grid</i> , web, mobile)	Redução dos custos de promoção e publicidade; fidelização da carteira de clientes	Colaboração com seus clientes e <i>prospects</i>
Comunidade smart grid	<i>Site</i> promovido pelo gestor da rede, ou por uma terceira entidade, das diversas comunidades das redes inteligentes (consumidores, produtores, fornecedores de equipamentos, etc.) onde é possível a interacção e discussão de assuntos relevantes nessa comunidade. Associado a este modelo poderá existir entidades terceiras a prestar serviços de valor acrescentado (ex.: modelo <i>Pesquisador, Consultor</i>)	Virtual community	Providenciar ao público em geral uma comunidade onde se partilha conhecimento e debate assuntos relacionados com as RIE	Portal multicanal (<i>smart grid</i> , web, mobile)	Remuneração por via de publicidade e pela obtenção de comissões pela prestação de serviços de valor acrescentado	Colaboração com elementos da comunidade
Consultor	<i>Site</i> prestação serviços de consultoria sobre redes inteligentes, a nível de soluções técnicas consoante perfil de consumo/produção pretendido, a nível de possibilidades de negócio (micro produção e outras) entre outros serviços pela contrapartida de uma comissão	Information brokerage	Prestação de serviços de aconselhamento que os consumidores finais dão valor. Podem ser prestados presencialmente ou por e-learning	Portal multicanal (web, mobile) integrado com sistemas de pagamento	Remuneração por troca e partilha de conhecimento com diferentes intervenientes no mercado eléctrico	Colaboração com seus clientes

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
Certificador	Site de prestação de serviços de certificação de produtor (pequeno e grande), de agrupamento de produtores (VPP), local de armazenamento (carros eléctricos, outros locais),	Trust Services	Certificação e acreditação das entidades participantes no mercado sejam comercializadores, produtores, armazenadores de electricidade, pagamentos e recebimentos	Portal multicanal (<i>web, mobile</i>) integrado com sistemas de pagamento	Remuneração por certificação e acreditação efectuada	Integração entre todos participantes no mercado eléctrico (consumidores, produtores, pagamentos e recebimentos)
Portal promocional	Site de actividades promocionais que pela contrapartida da participação e visionamento regular de anúncios assumiria a totalidade ou parte da factura de electricidade dos participantes (consumidores particulares, ou um grupo ou comunidade)	Advertising	Obtenção de um benefício monetário que se traduz num desconto ou pagamento da totalidade do consumo de electricidade num determinado período como contrapartida da participação do consumidor nas promoções ou visionamento de publicidade	Portal multicanal (<i>web, mobile</i>) integrado com sistemas dos comercializadores de energia	Partilha de receitas de publicidade com consumidores finais participantes nas actividades promocionais	Integração com comercializadores de electricidade e agências de publicidade e comunicação
Rede inteligente	Cada comercializador ou o gestor da rede inteligente de energia poderá promover actividades de promoção comercial que é apresentado ao cliente no monitor de controlo que este tem instalado na sua casa, por contrapartida na redução ou assunção da factura de electricidade do cliente	Advertising	Obtenção de um benefício monetário que se traduz num desconto ou pagamento da totalidade do consumo de electricidade num determinado período como contrapartida da participação do consumidor nas promoções ou visionamento de publicidade	Portal multicanal (<i>smart grid, web, mobile</i>) integrado com sistemas dos comercializadores de energia	Partilha de receitas de publicidade com consumidores finais participantes nas actividades promocionais	Integração com comercializadores de electricidade e agências de publicidade e comunicação

Nome	Descrição	Modelo em que se baseia	Value Proposition	Value Architecture	Value Finance	Value Network
Eficiência energética	Entidade que presta serviços e equipamentos de eficiência energética assume uma gestão activa dos consumos de energia do seu cliente pela contrapartida de receber um prémio mensal face à poupança alcançada pela aplicação das medidas sob sua gestão	Subscription	Gestão eficiente e centralizada do perfil de consumo de electricidade de cada consumidor	Portal integrado com equipamentos da <i>smart grid</i> (ex.: contadores) e do consumidor (ex.: electrodomésticos)	Partilha das poupanças alcançadas entre o prestador de serviço e o consumidor	Integração com o gestor ou gestores da <i>smart grid</i>
Gestão de risco	Entidade que assume o risco de variação de preço de mercado de electricidade de longo termo por contrapartida de os clientes manterem uma mensalidade ou anualidade constante durante a vigência desse contrato de risco	Subscription	Assunção de risco de variação de preço pela prestação de contratos de fornecimento de energia de longo prazo (superior a um ano), mediante pagamento de uma mensalidade ou anualidade constante	Portal multicanal (<i>smart grid</i> , web, mobile) integrado com sistemas dos comercializadores de energia	Partilha de risco com uma entidade terceira; redução do nível de imprevisibilidade das tarifas de electricidade	Integração com seus clientes e comercializadores de electricidade

Tabela 2 - Caracterização dos modelos utilizando a *framework* de Al-Debei e Avison (2010)

#	Nome	Necessidades de financiamento	Potencial de mercado	Complexidade de implementação	Retorno do investimento
1	eCommerce tradicional	Baixo	Médio	Baixa	Baixo
2	Retalhista	Baixo	Médio	Baixa	Médio
3	Shopping	Baixo	Médio	Baixa	Médio
4	Grandes consumidores	Médio	Alto	Médio	Médio
5	Hub	Médio	Alto	Alto	Alto
6	Objectivo compra / venda	Alto	Alto	Alto	Alto
7	Pesquisador	Médio	Médio	Baixa	Médio
8	Leilão	Alto	Alto	Alto	Alto
9	Leilão promocional	Médio	Médio	Médio	Médio
10	Comunidade clientes	Baixo	Médio	Baixa	Baixo
11	Comunidade smart grid	Médio	Médio	Médio	Médio
12	Consultor	Médio	Médio	Médio	Médio
13	Certificador	Médio	Alto	Médio	Alto
14	Portal promocional	Médio	Alto	Médio	Alto
15	Rede inteligente	Alto	Alto	Alto	Alto
16	Eficiência energética	Alto	Alto	Alto	Alto
17	Gestão de risco	Médio	Alto	Médio	Médio

Tabela 3 - Matriz resumo de viabilidade de modelo

#	Nome	Opções de produção	Perfis de consumos	Comunicação do sistema	Interação entre participantes
1	eCommerce tradicional	Baixo	Alto	Baixo	Baixo
2	Retalhista	Baixo	Médio	Baixo	Baixo
3	Shopping	Médio	Médio	Médio	Médio
4	Grandes consumidores	Médio	Baixo	Baixo	Médio
5	Hub	Médio	Médio	Médio	Médio
6	Objectivo compra / venda	Alto	Alto	Alto	Alto
7	Pesquisador	Alto	Alto	Médio	Baixo
8	Leilão	Alto	Alto	Alto	Alto
9	Leilão promocional	Baixo	Alto	Baixo	Médio
10	Comunidade clientes	Baixo	Alto	Baixo	Baixo
11	Comunidade smart grid	Alto	Alto	Baixo	Médio
12	Consultor	Alto	Alto	Baixo	Médio
13	Certificador	Alto	Alto	Médio	Médio

#	Nome	Opções de produção	Perfis de consumos	Comunicação do sistema	Interação entre participantes
14	Portal promocional	Alto	Baixo	Alto	Baixo
15	Rede inteligente	Alto	Alto	Alto	Baixo
16	Eficiência energética	Baixo	Alto	Alto	Baixo
17	Gestão de risco	Alto	Alto	Médio	Baixo

Tabela 4 - Matriz resumo de adequabilidade de modelo

A caracterização de cada modelo de negócio (**Tabela 2**) foi sujeita, pelo autor, a uma avaliação perante os critérios de adequabilidade numa escala qualitativa Alto, Médio e Baixo. Ao grau Alto foi associado o valor 3, ao grau Médio o valor 2 e ao grau Baixo o valor 1; apurou-se o valor final utilizando uma média aritmética simples, como se pode consultar na **Tabela 4**.

Após este trabalho os modelos foram mapeados na matriz de *portfolio* de Tjan (2001) segundo a pontuação obtida para cada eixo (**Figura 3**).

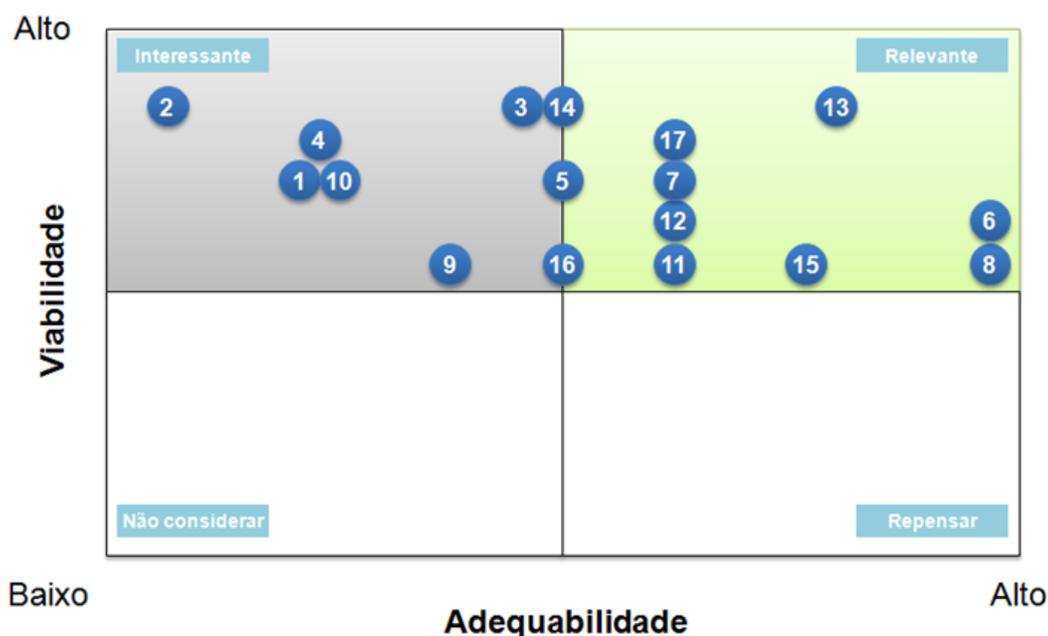


Figura 3 - Matriz de *portfolio* de modelos de negócio para RIE

Da análise dos eixos podemos concluir que:

- Quando Viabilidade e Adequabilidade são ambas Altas, o modelo de negócio é relevante ao uso nas RIE e deverá ser sujeito a estudos aprofundados;
- Se ambas são Baixas, o modelo de negócio não deverá ser considerado;
- Quando o modelo tem Adequabilidade Alta mas Viabilidade Baixa o modelo poderá ser repensado com o objectivo de corrigir os seus pontos fracos;
- Por último, quando Adequabilidade é Baixa mas Viabilidade é Alta o modelo de negócio deverá ser descartado.

5. Conclusões finais

As RIE são neste momento uma área de investigação muito profícua, com forte empenho dos governos e da indústria eléctrica.

Devido ao carácter ainda embrionário do conceito, com alguns pilotos a decorrer em locais específicos na UE e em Portugal, muito do trabalho científico que se encontra está centrado ainda na operacionalização do conceito e relativamente menos na definição de modelos de negócio a utilizar pela indústria.

Este TFM vem colmatar esta lacuna tendo para esse efeito o autor efectuado uma definição conceptual de 17 modelos de negócio e procedido à sua avaliação de modo a aferir o nível de adequabilidade à sua aplicação nas RIE.

Da análise da matriz de *portfolio* podemos retirar as seguintes ilações:

- Os melhores modelos do ponto de vista de viabilidade e adequabilidade (*Certificador*, *Gestão de risco*) apresentam níveis moderados de complexidade de implementação e são simultaneamente modelos de negócio relevantes ao funcionamento das RIE (**Figura 4**);

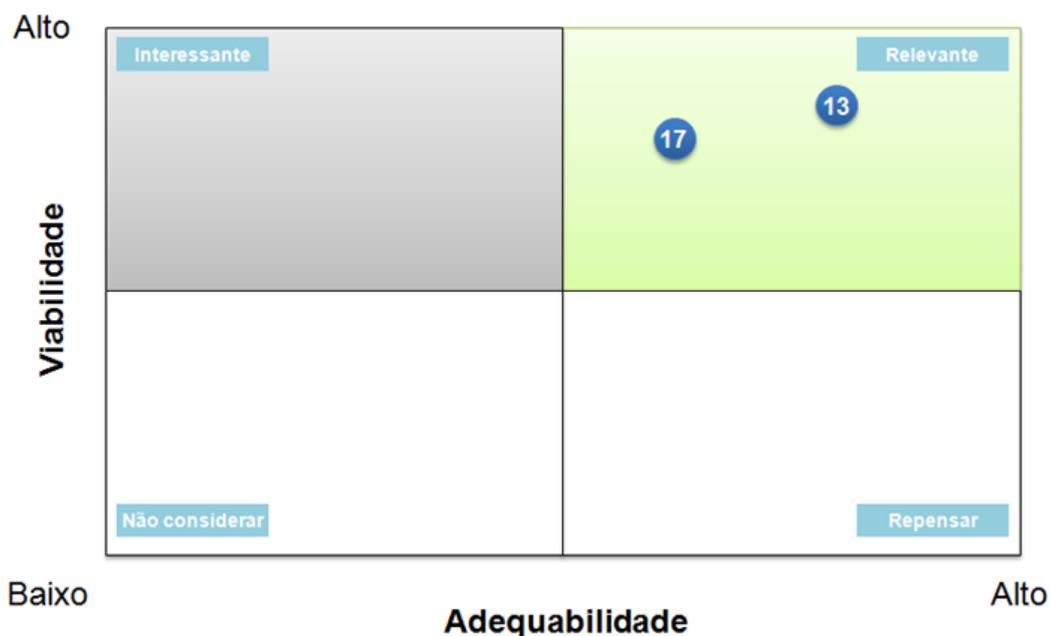


Figura 4 - Modelos melhor classificados

- Os modelos nucleares das RIE (*Objectivo compra / venda*, *Leilão*, *Rede inteligente*) são os mais complexos tecnicamente de implementar, o que os penalizam quando comparados com os anteriores; todavia são estes últimos os que melhor exploram o potencial das RIE (**Figura 5**);

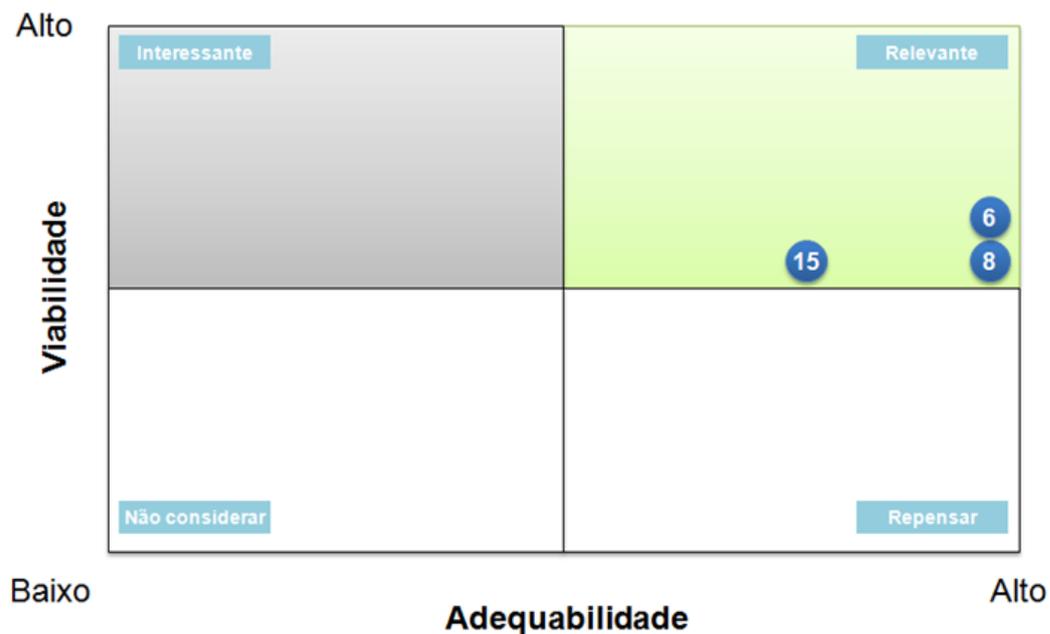


Figura 5 - Modelos nucleares nas RIE

- Os modelos mais tradicionais de comércio electrónico (*eCommerce tradicional, Retalhista, Grandes consumidores, Comunidade clientes*) apresentam características que os tornam limitados face às necessidades das RIE (**Figura 6**);

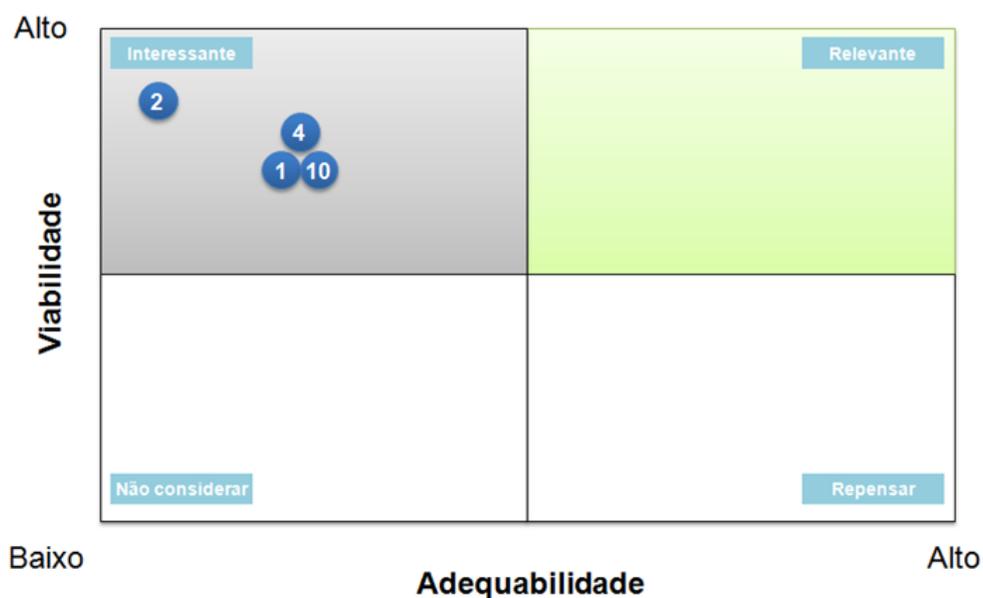


Figura 6 - Modelos de comércio electrónico tradicionais

- Os restantes modelos são interessantes do ponto de vista das RIE e simultaneamente apresentam níveis medianos ou elevados de viabilidade (**Figura 7**).

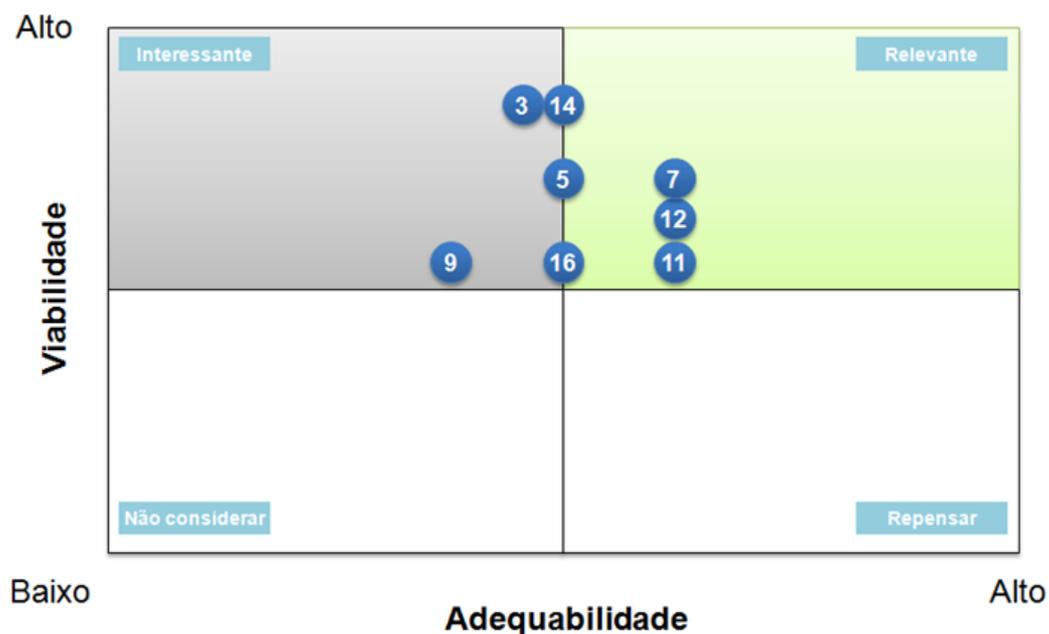


Figura 7 - Modelos com níveis de viabilidade razoáveis

Estas ilações foram realizadas a partir de uma avaliação que se baseou nas características das RIE descritas na literatura, e visto que este conceito se encontra ainda a ser desenvolvido, é possível que estas conclusões possam ter de ser ajustadas à medida que novos trabalhos são publicados no futuro.

Para reduzir o impacto desta limitação na qualidade final do TFM, o autor utilizou unicamente, para efeitos de avaliação de adaptabilidade, as características mais referenciadas na literatura, que por estarem mais consensualizadas, apresentam um menor risco de serem alteradas.

Como sugestão para trabalhos futuros considera-se importante a realização de um caso de estudo de modo a ensaiar na infra-estrutura das RIE em teste (ex. piloto de RIE a decorrer em Portugal) os modelos aqui identificados como mais bem posicionados na matriz de *portfolio* nomeadamente, *Certificador*, *Gestão de risco*, *Objectivo compra / venda*, *Leilão* e *Rede inteligente*.

Bibliografia

- A, Rolf Wüstenhagen, and Jasper Boehnke. 2008. *Chapter Business Models for Sustainable Energy*. Vol. Andersen, M.M., Tukker, A. (eds.): Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production (SCP). Sheffield: Greenleaf.
- Afuah, Allan, and Christopher L. Tucci. 2002. *Internet Business Models and Strategies: Text and Cases*. Irwin/McGraw-Hill.
- Al-Debei, M. M., and D. Avison. 2010. "Developing a Unified Framework of the Business Model Concept." *European Journal of Information Systems* 19 (3): 359–376.
- Allerding, Florian, Birger Becker, and Hartmut Schmeck. 2011. "Decentralised Energy Management for Smart Homes." In *Organic Computing — A Paradigm Shift for Complex Systems*, ed. Christian Müller-Schloer, Hartmut Schmeck, and Theo Ungerer, 1:605–607. Autonomic Systems. Springer Basel. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-0348-0130-0_46.
- Alt R., and Zimmermann. 2001. "Preface: Introduction to Special Section – Business Models." *EM – Electronic Markets* 11.
- Andersen, P.B., B. Poulsen, M. Decker, C. Traeholt, and J. Ostergaard. 2008. "Evaluation of a Generic Virtual Power Plant Framework Using Service Oriented Architecture." In *Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE 2nd International*, 1212–1217.
- Applegate, Lynda M. 2001. *Emerging Networked Business Models: Lessons from the Field*. Harvard Business School Case Services.

- Ariguzo, G. C., E. G. Mallach, and D. S. White. 2006. "The First Decade of E-commerce." *International Journal of Business Information Systems* 1 (3): 239–255.
- Barnes-Vieyra, Pamela, and Cindy Claycomb. 2001. "Business-to-business E-commerce: Models and Managerial Decisions." *Business Horizons* 44 (3): 13–20.
- Canzer, Brahm. 2003. *E-business: strategic thinking and practice*. Boston: Houghton Mifflin.
- Chang, and Ling. 2003. "HOW TO SUCCEED IN E-BUSINESS BY TAKING THE HAIER ROAD: FORMULATING E-BUSINESS STRATEGY THROUGH NETWORK BUILDING." *Competitiveness Review: An International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness* 13 (2) (December 31): 34–45. doi:10.1108/eb046457.
- Chesbrough, Henry William, Henry William Chesbrough Betriebswirt, and Richard S. Rosenbloom. 2000. *The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporations's Technology Spinoff Companies*. Division of Research, Harvard Business School.
- Dubosson-Torbay, Osterwalder, and Pigneur. 2002. "E-business Model Design, Classification and Measurements." *Thunderbird International Business Review* 44 (1): 5–23.
- Farhangi, H. 2010. "The Path of the Smart Grid." *IEEE Power and Energy Magazine* 8 (1) (January): 18–28. doi:10.1109/MPE.2009.934876.

- Hanrott. 1999. "Business Models for Generating Value on the Internet: a Study of How to Market an Electronic Music Tutorial." *Unpublished Master of Arts Thesis, Oxford Brookes University.*
- Hanson. 2000. "Internet Marketing , Cincinnati, OH." *South-Western College Publishing.*
- Hayes, Jeremy, and Pat Finnegan. 2005. "Assessing the of Potential of E-business Models: Towards a Framework for Assisting Decision-makers." *European Journal of Operational Research* 160 (2) (January 16): 365–379. doi:10.1016/j.ejor.2003.07.013.
- Hedman, Jonas, and Thomas Kalling. 2003. "The Business Model Concept: Theoretical Underpinnings and Empirical Illustrations." *European Journal of Information Systems* 12 (1) (March): 49–59. doi:10.1057/palgrave.ejis.3000446.
- Kaplan, S, and M Sawhney. 2000. "E-hubs: The New B2B (business-to-business) Marketplaces." *Harvard Business Review* 78 (3): 97–103, 214.
- Kinder, Tony. 2002. "Emerging E-commerce Business Models: An Analysis of Case Studies from West Lothian, Scotland." *European Journal of Innovation Management* 5 (3) (January 9): 130–151. doi:10.1108/14601060210436718.
- Mahadevan. 2000. "Business Models for Internet-based E-commerce." *California Management Review* (42).
- McGrath, Rita Gunther, and Ian MacMillan. 2000. *The Entrepreneurial Mindset: Strategies for Continuously Creating Opportunity in an Age of Uncertainty.* Harvard Business Press.

- Mihlmester, PE, and M. McKelvey. 2006. "The E-business Revolution in Energy Services." *ICF Consulting*.
- Molderink, A., V. Bakker, M.G.C. Bosman, J.L. Hurink, and G.J.M. Smit. 2009. "Domestic Energy Management Methodology for Optimizing Efficiency in Smart Grids." In *PowerTech, 2009 IEEE Bucharest*, 1–7.
- Moody, D. C. 2004. "Ten Years of Experience with Deregulating US Power Markets." *Utilities Policy* 12 (3): 127–137.
- Morris, Schindehutte, and Allen. 2005. "The Entrepreneur's Business Model: Toward a Unified Perspective." *Journal of Business Research* 58.
- Müller, M., F. Sensfub, and M. Wietschel. 2007. "Simulation of Current Pricing-tendencies in the German Electricity Market for Private Consumption." *Energy Policy* 35 (8): 4283–4294.
- Ngai, E.W.T., and F.K.T. Wat. 2002. "A Literature Review and Classification of Electronic Commerce Research." *Information & Management* 39 (5) (March): 415–429. doi:10.1016/S0378-7206(01)00107-0.
- Normann, Richard. 1977. *Management for Growth*. Books on Demand.
- . 2001. *Reframing Business: When the Map Changes the Landscape*. John Wiley & Sons.
- Osterwalder, A., Y. Pigneur, and others. 2002. "An E-business Model Ontology for Modeling E-business." In *15th Bled Electronic Commerce Conference*, 17–19. <http://textedu.com/f2/download/an-e-business-model-ontology-for-modeling-e-business.pdf>.

- Osterwalder, Pigneur, and Tucci. 2005. "Clarifying Business Models: Origins, Present and Future of the Concept." In *CAIS (Communications of the Association for Information Systems)*. Vol. 15.
- Pateli, Adamantia G., and George M. Giaglis. 2004. "A research framework for analysing eBusiness models." *European Journal of Information Systems* 13 (4) (December): 302–314.
- Peças Lopes, J.A., Silvan A. Polenz, C.L. Moreira, and Rachid Cherkaoui. 2010. "Identification of Control and Management Strategies for LV Unbalanced Microgrids with Plugged-in Electric Vehicles." *Electric Power Systems Research* 80 (8) (August): 898–906. doi:10.1016/j.epsr.2009.12.013.
- Phillips. 1997. "Strategic Internet Business Study." <http://www.aptstrategies.com.au/review/researchmethod.htm>.
- Rahman, S., M. Pipattanasomporn, and Y. Teklu. 2007. "Intelligent Distributed Autonomous Power Systems (IDAPS)." In *Power Engineering Society General Meeting, 2007. IEEE*, 1–8.
- Rappa. 2003. "Business Models on the Web." <http://digitalenterprise.org/models/models.html>.
- Roop, Joseph M., and Eihab Fathelrahman. 2003. *Modeling Electricity Contract Choice: An Agent-based Approach*.
- Schaeffer, Gerrit, and Hans Akkermans. 2006. *CRISP - Distributed Intelligence in Critical Infrastructures for Sustainable Power*. <http://www.crisp.ecn.nl/deliverables/D5.3.pdf>.

- Schumpeter. 1934. *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Transaction Publishers.
- . 1950. *Capitalism, Socialism and Democracy*. 3rd ed. Harper & Row, New York.
- Shafer, Smith, and Linder. 2005. “The Power of Business Models.” *Business Horizons* 48.
- Stähler, Patrick. 2001. *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie; Merkmale, Strategien und Auswirkungen*. Univ. St. Gallen.
- Tapscott, Don, Alex Lowy, and David Ticoll. 2000. *Digital Capital: Harnessing the Power of Business Webs*. Harvard Business Press.
- Tapscott, Don, Alex Lowy, David Ticoll, and Natalie Klym. 1998. *Blueprint to the Digital Economy: Creating Wealth in the Era of E-business*. McGraw-Hill.
- Tesfatsion, L. 2006. “Chapter 16 Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory□.” *Handbook of Computational Economics* 2: 831–880. doi:10.1016/S1574-0021(05)02016-2.
- Timmers, Paul. 1999. *Electronic Commerce: Strategies and Models for Business-to-Business Trading*. John Wiley & Sons.
- Tjan, Anthony K. 2001. “Finally, a Way to Put Your Internet Portfolio in Order.” *Harvard Business Review* 79 (2) (February): 76–85.
- Valenzuela, Jorge, Prakash R. Thimmapuram, and Jinho Kim. 2011. “Modeling and Simulation of Consumer Response to Dynamic Pricing with Enabled Technologies.” *Applied Energy* (December).

doi:10.1016/j.apenergy.2011.11.022.

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261911007197>.

Weidlich, Anke, and Daniel Veit. 2008. "A Critical Survey of Agent-based Wholesale Electricity Market Models." *Energy Economics* 30 (4) (July): 1728–1759. doi:10.1016/j.eneco.2008.01.003.

Anexos

- Informação sobre o mercado liberalizado em Portugal:
http://www.erse.pt/pt/electricidade/liberalizacaodosector/informacaosobreomercadoliberalizado/Documents/Relatorio_ML_201207.pdf
- Piloto de redes inteligentes a decorrer em Portugal:
<http://www.inovcity.pt/pt/Pages/homepage.aspx>
- Informação sobre sistema eléctrico nacional:
http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/DadosTecnicos/REN_Dados%20T%C3%A9cnicos%202011%20FINAL.pdf
- Estrutura do questionário utilizado nas entrevistas

Grupo de questões	Objectivo
Caracterização da empresa	Conjunto de questões com o objectivo de perceber a nível macro a visão e posicionamento face ao mercado e sua estrutura comercial e operacional.
Caracterização do mercado de electricidade	Conjunto de questões com o objectivo de perceber a nível macro a matriz SWOT da empresa entrevistada face ao mercado liberalizado.
Caracterização dos consumidores	Conjunto de questões com o objectivo de perceber a nível macro a visão que estas empresas têm perante as necessidades presentes e futuras dos seus clientes.
Avaliação de novos modelos de negócio	Conjunto de questões com o objectivo de perceber a nível macro as actividades que estas empresas têm a decorrer na avaliação de novos modelos de negócio e qual a sua visão futura.
Avaliação de novos serviços	Conjunto de questões com o objectivo de perceber a nível macro quais os serviços diferenciadores que estas empresas prestam e qual a sua visão futura nesta área.

- Tabelas auxiliares de avaliação de modelos segundo os eixos de Viabilidade e Adequabilidade

Nome	Necessidades de financiamento	Potencial de mercado	Complexidade de implementação	Retorno do investimento	Média
eCommerce tradicional	3	2	3	1	2,25
Retalhista	3	2	3	2	2,50
Shopping	3	2	3	2	2,50
Grandes consumidores	2	3	2	2	2,25
Hub	2	3	1	3	2,25
Objectivo compra / venda	1	3	1	3	2,00
Pesquisador	2	2	3	2	2,25
Leilão	1	3	1	3	2,00
Leilão promocional	2	2	2	2	2,00
Comunidade clientes	3	2	3	1	2,25
Comunidade smart grid	2	2	2	2	2,00
Consultor	2	2	2	2	2,00
Certificador	2	3	2	3	2,50
Portal promocional	2	3	2	3	2,50
Rede inteligente	1	3	1	3	2,00
Eficiência energética	1	3	1	3	2,00
Gestão risco	2	3	2	2	2,25

Tabela 5 - Matriz auxiliar de avaliação do eixo Viabilidade

Nome	Opções de produção	Perfis de consumos	Comunicação do sistema	Interação entre participantes	Média
eCommerce tradicional	1	3	1	1	1,50
Retalhista	1	2	1	1	1,25
Shopping	2	2	2	2	2,00
Grandes consumidores	2	1	1	2	1,50
Hub	2	2	2	2	2,00
Objectivo compra / venda	3	3	3	3	3,00
Pesquisador	3	3	2	1	2,25
Leilão	3	3	3	3	3,00
Leilão promocional	1	3	1	2	1,75
Comunidade clientes	1	3	1	1	1,50
Comunidade smart grid	3	3	1	2	2,25
Consultor	3	3	1	2	2,25
Certificador	3	3	2	2	2,50
Portal promocional	3	1	3	1	2,00
Rede inteligente	3	3	3	1	2,50
Eficiência energética	1	3	3	1	2,00
Gestão risco	3	3	2	1	2,25

Tabela 6 - Matriz auxiliar de avaliação do eixo Adequabilidade