

ALEX PAROLIN ITO

Viabilidade econômica para entrada no mercado de agricultura conectada

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2017

ALEX PAROLIN ITO

Viabilidade econômica para entrada no mercado de agricultura conectada

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Armando
Alvarenga Netto

São Paulo

2017

Catalogação-na-publicação

Ito, Alex Parolin

Viabilidade econômica para entrada no mercado de agricultura conectada
/ A. P. Ito -- São Paulo, 2017.
95 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Telecomunicações 2.Internet das Coisas 3.Agricultura I.Universidade de
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Dedico este trabalho à toda minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio e pelo incentivo aos estudos, desde pequeno até a minha formatura. Agradeço especialmente à minha mãe, pelo todo apoio, incentivo e carinho incondicional ao longo destes anos, sem ela não teria conseguido chegar onde cheguei hoje.

Agradeço aos meus amigos que me apoiaram, que compartilharam bons momentos comigo e deixaram os momentos difíceis mais alegres ao longo da minha graduação na Escola Politécnica.

Agradeço ao Professor Doutor Clovis Armando Alvarenga Netto pela contribuição intelectual e suporte no desenvolvimento deste trabalho, e pela paciência durante às nossas reuniões.

"As pequenas oportunidades são, frequentemente, inicio de grandes empreendimentos"

(Demostenes)

RESUMO

O objetivo desse estudo é a avaliação da viabilidade econômica da entrada das operadoras de telefonia móvel brasileiras no mercado de Internet das Coisas com foco em agricultura. Para tanto, buscou-se um entendimento sobre como funciona o mercado de telecomunicações brasileiro, além de entender a realidade da zona rural nacional considerando, principalmente, a questão da cobertura celular, que é um dos maiores entraves para o desenvolvimento deste mercado. As receitas potenciais da operadora foram estimadas com base em estudos sobre a Internet das Coisas e os custos dessa entrada foram associados à necessidade de fazer a cobertura celular do campo. Por fim, com base em casos de uso reais e aplicações ao redor do mundo, foi criado um modelo de negócio para que as operadoras comecem a atuar nesse mercado. É esperado que esse estudo possa contribuir com o desenvolvimento da Internet das Coisas com foco em agricultura, da agricultura brasileira e contribuir com o crescimento dos participantes do mercado de telecomunicações, os fornecedores de tecnologia e as operadoras de telefonia móvel.

Palavras-chave: Telecomunicações; Agricultura; Internet das Coisas; Operadoras de telefonia móvel;

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the economic viability of the entrance of the Brazilian mobile network operators into the agriculture Internet of Things market. To do that, the understanding about the dynamic of the Brazilian Telecom market and the understanding about the national countryside situation, regarding specially the mobile network coverage, which is one of the main barriers to the development of the connected agriculture. The estimation of operator's potential revenues was based on studies about the Internet of Things market and the costs of the market entrance were associated with the necessity of expanding the countryside mobile network coverage. In the end of this study, based on real applications for connected agriculture created by mobile network operators around the world, a business model is created to guide the Brazilian operators into the market. It is expected that this study may contribute to the development of the agriculture Internet of Things market, to the growth of the agriculture in Brazil and to the growth of the Telecom players, the technology providers, and the mobile network operators.

Key words: Telecommunications; Agriculture; Internet of Things; Mobile network operators;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de artigos publicados por ano.....	33
Figura 2 – Número de citações com base na amostra de artigos escolhida	34
Figura 3 – Número de publicações por país.....	34
Figura 4 – Palavras mais relevantes e suas relações	36
Figura 5 – Componentes básicos de uma rede celular	44
Figura 6 – PIB Agrícola e a representatividade brasileira	54
Figura 7 – Curva do impacto do IoT na agricultura brasileira	55
Figura 8 – Esquema ilustrativo de uma solução M2M.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Receita das operadoras de telefonia móvel no mercado brasileiro.....	26
Tabela 2 – Margem EBTIDA das operadoras	27
Tabela 3 – Categorias dos artigos	37
Tabela 4 – Razão entre o CAPEX e a receita das operadoras.....	49
Tabela 5 – PIB agrícola global e brasileiro	53
Tabela 6 – Participação por tipo de serviço	56
Tabela 7 – Mercado endereçável às operadoras de telefonia móvel.....	57
Tabela 8 – Comparação agricultura e pecuária	58
Tabela 9 – Dados de área plantada, colhida e valor da produção por estado	59
Tabela 10 – Grupos e planos de implantação de ERBs	61
Tabela 11 – Número de ERBs do plano de cobertura por estado	62
Tabela 12 – Licença do 450 MHz por estado	64
Tabela 13 – Custos de aquisição e manutenção por estado	65
Tabela 14 – Receita estimada das operadoras	67
Tabela 15 – Fluxo de caixa e valor presente líquido.....	69
Tabela 16 – Análise do valor da produção dividido pela área plantada	71

LISTA DE ABREVIAÇÕES

Agri VAS	<i>Agricultural Value-added services</i>
Anatel	Agência Nacional de Telecomunicações
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
B2B	<i>Business to business</i>
B2C	<i>Business to customer</i>
CAGR	<i>Compound anual growth rate</i>
CAPEX	<i>Capital expenditure</i>
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
EBITDA	<i>Earnings before interest, tax, depreciation, and amortization</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERB	Estação rádio base
FAO	<i>Food and Agricultural Organization</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoT	<i>Internet of Things</i>
IVR	<i>Interactive voice response</i>
LPWAN	<i>Low power wide area networks</i>
LTE	<i>Long term Evolution</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEX	<i>Operational Expenditures</i>
PIB	Produto interno bruto
RFID	<i>Radio frequency identification</i>
RNC	<i>Radio Network Controller</i>
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIM	<i>Subscriber identity module</i>
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UTRAN	<i>Universal Terrestrial Radio Access Network</i>
WSN	<i>Wireless Sensor Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Estágio e projeto	22
1.2	Objetivo e relevância do tema escolhido	23
1.2.1	Ericsson	25
1.2.2	Operadoras de telefonia móvel	25
1.2.3	Agricultura	27
1.3	Escopo do estudo	29
1.4	Estrutura do trabalho	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
2.1	A Internet das Coisas	31
2.2	Estudo bibliométrico sobre a Internet das Coisas voltada para a agricultura	32
2.2.1	Análise dos resultados do estudo bibliométrico	35
2.2.1.1	Sensores	37
2.2.1.2	Propostas de modelo	38
2.2.1.3	Estudos de caso	38
2.2.1.4	Plataformas	39
2.2.1.5	Food supply chain	39
2.2.1.6	Análise geral	40
2.3	Agricultura de precisão	41
2.4	Estudos de caso	42
2.5	Funcionamento da arquitetura de rede para telecomunicação	43
2.6	Modelo de negócio e o CANVAS	45
2.7	Valor presente líquido	46
3	DESENVOLVIMENTO	47
3.1	Entendimento do Negócio	47
3.2	Situação atual da cobertura no campo	50
3.3	Tamanho do mercado brasileiro de agricultura em IoT	51
3.3.1	Tamanho do mercado endereçável às operadoras	55
3.3.2	Comentário adicional	57
3.4	Estudo da implantação por estado	58

3.5 Análise da financeira por estado	64
3.5.1 Análise dos custos	64
3.5.2 Análise das receitas	67
3.5.3 Valor presente líquido	68
3.6 Atuação no mercado brasileiro	72
3.6.1 Value added services	72
3.6.1.1 Modelo direto.....	74
3.6.1.2 Modelo indireto.....	75
3.6.2 Machine to Machine	76
3.6.3 O mercado brasileiro	78
3.6.4 Modelo Canvas	80
4 Conclusão	83
4.1 Considerações sobre a análise econômica	83
4.2 Considerações finais	84
5 APÊNDICE	85
5.1 Apêndice 1	85
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) está transformando o mundo e a sociedade em que vivemos. Esse desenvolvimento permite, cada vez mais, que objetos conectem entre si e com a internet, abrindo um enorme leque de possibilidades para diferentes usos e aplicações dos objetos do nosso cotidiano. Essa revolução tecnológica é conhecida como a *Internet of Things* (IoT) ou Internet das Coisas, em português.

Nos últimos tempos, o IoT tem passado por um processo de expansão cada vez mais acelerado (ERICSSON, 2017a). Esse rápido crescimento do tema pode ser justificado com base em alguns fatos como a diminuição do preço de computadores, sensores e antenas, a expansão da rede celular nas últimas décadas, o desenvolvimento cada vez mais rápido de softwares e a emergência de tecnologias padronizadas conhecidas como *Low Power Wide Area Networks* (LPWAN), que conectam uma grande área com uma baixa necessidade energética (ITU, 2016). Outro fato que auxilia essa expansão é o impacto cada vez maior que a utilização do IoT tem em processos e modelos de negócios, sejam estes novos ou não (ITU, 2015).

Além disso, de acordo com o *Global System for Mobile Communication Association* (GSMA), outros fatores como os avanços em telecomunicação em relação à velocidade, tempo de resposta e confiabilidade da rede, por exemplo, os avanços no tempo de duração das baterias, da diminuição do tamanho de sensores, os avanços de inteligência artificial, de veículos autônomos, e o aumento da competição e da busca pela eficiência em diversas indústrias são outros exemplos de fatores que estão fomentando o avanço cada vez mais acelerado do IoT, tanto em relação ao número de aplicações quanto ao número de máquinas conectadas (GSMA, 2016a) .

A ITU (2012), que é a *International Telecommunications Union*, agência especializada em TIC da Organização das Nações Unidas (ONU), define *Thing* como um objeto do mundo real ou um objeto virtual que é capaz de se integrar com as redes de comunicação. A definição de Internet das Coisas é que ela é uma infraestrutura global onde *Things*, sejam reais ou virtuais, se conectam através de tecnologias de comunicação e sistemas interoperáveis e permitem a criação de serviços avançados (ITU, 2012). Esses serviços avançados podem ser entendidos como novas funcionalidades em produtos já existentes, novos modelos de negócio e novos serviços a serem prestados a pessoas ou empresas.

É importante notar que a definição explicita a utilização das coisas conectadas para finalidades definidas. Considerando que objetos que antes não eram conectados passarão a ser conectados

no futuro, o número de aplicações que se tornaram e se tornarão viáveis com a Internet das Coisas é enorme. As diferentes aplicações podem cobrir diversas áreas como, por exemplo, transporte, agricultura, casas inteligentes, aplicações para indústria e saúde.

A Internet das Coisas mudará a sociedade em que vivemos e será uma ótima oportunidade de negócio. De acordo com o Ericsson Mobility Report (2017a), em 2022, o mundo terá 18 bilhões de dispositivos conectados e relacionados à Internet das Coisas. O *McKinsey Global Institute* (2015) estima que o impacto de IoT global em 2025 será de até US\$ 11,1 trilhões considerando todas suas indústrias.

1.1 Estágio e projeto

O autor deste presente estudo estagiou na multinacional sueca Ericsson nos seus dois últimos anos de graduação. A Ericsson foi fundada em 1876, atua em mais de 140 países e conta com mais de 100 mil funcionários ao redor do mundo (ERICSSON, 2017b). Durante o ano de 2016 teve uma receita total de, aproximadamente, US\$ 25 bilhões, utilizando a conversão entre coroa sueca e dólares americanos de 9.06 presente no relatório (ERICSSON, 2017c). As áreas de venda da Ericsson são divididas nas seguintes categorias:

- *Networks*: inclui produtos (hardware e software), soluções e serviços voltados para infraestrutura de rede para a operação de operadoras de telefonia móvel. Essa área é a mais historicamente tradicional e, no primeiro semestre de 2017, representou aproximadamente 75% da receita total da empresa (ERICSSON, 2017d).
- *Digital services*: inclui produtos (hardware e software), soluções e serviços voltados para funções e atividades da rede, além de possuir soluções de Cloud e virtualização.
- *Industries*: inclui soluções e produtos para soluções em diversas indústrias como automotiva, segurança pública, transporte e IoT.
- *Media*: inclui soluções para plataformas de vídeo e emissoras.

Os grandes clientes da Ericsson são operadoras de telefonia móvel e fixa. Elas se utilizam, principalmente, das áreas de *Networks* e *Digital Services* para as suas operações usuais. A Ericsson está buscando aumentar a sua participação em novos mercados através do segmento *Industries*, onde os clientes normalmente não são operadoras e sim empresas que buscam melhorar suas operações e inovar em seus serviços.

Durante todo seu estágio, o autor fez parte do time de Estratégia. Suas principais atividades eram relacionadas à inteligência de mercado. O autor foi responsável pela coleta de dados, análise e criação de relatórios sobre as operadoras de telefonia móvel e fixa, sobre os competidores da Ericsson, sobre o *market share* da empresa em suas linhas de atuação, além de informações sobre o cenário macroeconômico.

Ao longo de seu estágio, o autor adquiriu conhecimentos específicos sobre o mercado de telecomunicações, considerando principalmente o mercado brasileiro, latino americano e caribenho. Apesar de boa parte da equipe estar situada no Brasil, todos tinham conhecimento sobre o mercado europeu também, uma vez que a área de atuação onde toda a equipe era Europa e América Latina.

Dado o ambiente em que o autor deste estudo estava envolvido e vendo como o mercado de IoT é importante para a Ericsson e a manutenção de sua operação, nasceu a inspiração para desenvolver um estudo da viabilidade financeira da entrada no mercado de agricultura conectada do ponto de vista das operadoras que atuam no mercado brasileiro. A agricultura foi escolhida como a indústria alvo, porque a agricultura tem uma importância enorme na economia brasileira, e porque, de acordo com o GSMA, a conectividade, que é o foco do negócio da Ericsson, é uma das grandes barreiras para o mercado de agricultura conectada (GSMA, 2015a).

1.2 Objetivo e relevância do tema escolhido

O presente estudo tem como objetivo o desenvolvimento de uma análise da viabilidade ecoômica da entrada das operadoras de telefonia móvel no mercado de agricultura conectada. A partir desse modelo, as operadoras poderão verificar a possibilidade de entrar nesse mercado em diferentes estados brasileiros, considerando um horizonte de tempo até 2025.

É importante que o mercado de agricultura conectada, para atingir seu potencial máximo, seja benéfico para todos os stakeholders envolvidos. O modelo deve se mostrar relevante para a Ericsson, que é quem construirá as antenas e rádios para transmissão, para as operadoras, que expandirão o seu modelo de negócio que é conectar pessoas para também conectar máquinas, e para a agricultura de um modo geral, que se beneficiará de novos casos de uso e serviços habilitados pela agricultura conectada. Dado que a agricultura é um tema amplo, a justificativa da relevância do tema pode ser feita de diversas perspectivas.

A fome no mundo é um problema muito sério. De acordo com a *Food and Agricultural Organization* (FAO), que é um órgão da ONU, existem atualmente 815 milhões de pessoas que sofrem de fome crônica no mundo e a previsão para 2050 é que a população total aumente em 2 bilhões, aumento principalmente em países onde a fome já é um problema nos dias atuais (FAO, 2017). O problema é enraizado na má distribuição dos alimentos, mas o aumento da produção agrícola mundial é essencial para tentar amenizar esse problema e os aumentos produtivos relacionados à utilização de soluções de IoT na agricultura podem ajudar muito.

A FAO possui alguns objetivos estratégicos que envolvem a diminuição da fome no mundo, aumento da segurança da comida, aumento da produtividade agrícola, diminuição da pobreza rural, por exemplo (FAO, 2017). De forma direta ou indireta, o avanço das soluções relacionadas à Internet das Coisas auxiliará o cumprimento de cada um desses objetivos, o que mostra a importância do desenvolvimento deste tema, seja no Brasil ou em qualquer outro lugar do mundo.

É importante pensar, também, na importância local do projeto. De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o Produto Interno Bruto (PIB), em 2016, brasileiro e relacionado ao agronegócio, que inclui a agricultura, foi de R\$ 1,4 trilhão, representando 21% do PIB nacional. Vale destacar aqui que os insumos, a produção efetiva, a agroindústria e os serviços relacionados ao agronegócio entraram nesse montante (CEPEA, 2017). Isso reforça a ideia de como o setor em questão é muito relevante para a economia brasileira.

Além disso, o tema agronegócio tem sido levado muito a sério pelo Governo brasileiro. Um consórcio formado pela *Mckinsey*, Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, e Pereira Neto Macedo, um escritório de advocacia, foi selecionado através da Chamada Pública BNDES/FEP Prospecção nº 01/2016 – Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) para a realização de um estudo sobre IoT no Brasil, onde o resultado final é o desenvolvimento de um plano de ação entre 2017 e 2022 (BNDES, 2016). Dada à importância do agronegócio para o Brasil, a vertical Rural foi escolhida como uma das áreas prioritárias deste projeto.

O Governo brasileiro também tem investido muito no agronegócio nacional e tem criado diversas iniciativas para impulsionar essa indústria no Brasil. O primeiro é uma política pública, criada em 2016 e chamada de Agro +, para elevar a participação do agronegócio brasileiro no

mercado mundial, buscando representar 10% do mercado mundial em 2022. Esse plano tem base em melhorias burocráticas regulatórias, comerciais e técnicas, além de busca por maiores níveis de transparência e parcerias (MAPA, 2016)

Além disso, o Governo tem também o Plano Agrícola e Pecuário 2017/2018, focado em fornecer R\$ 200 bilhões, em crédito a juros baixos para financiar a agricultura brasileira. O aumento do montante disponível para financiamento aumentou mais de 24% se comparado com o penúltimo Plano Agrícola e Pecuário, mostrando, novamente, a importância do tema para o desenvolvimento da economia brasileira (MAPA, 2017).

1.2.1 Ericsson

A relevância do tema para a Ericsson é diretamente relacionada ao seu modelo de negócio. Para que as operadoras entrem no mercado em questão, é necessário investimento em infraestrutura para a construção de Estações Rádio Base (ERB) para expandir a cobertura da telefonia móvel sobre as áreas rurais e, então, conectar as máquinas relacionadas à agricultura conectada. Como a construção e a manutenção das ERBs fazem parte do portfólio da Ericsson, parte desse investimento das operadoras se tornariam uma fonte de receita extra para a empresa.

Além disso, esse projeto está diretamente alinhado com a visão da Ericsson. A empresa acredita na construção da *Networked Society*, ou seja, de uma sociedade conectada onde as pessoas e indústrias são empoderadas de forma a atingir o seu potencial máximo, tornando a sociedade mais justa, igualitária e sustentável (ERICSSON, 2017e).

1.2.2 Operadoras de telefonia móvel

Assim como no tópico anterior, a relevância do tema agricultura conectada para as operadoras tem aspectos tanto financeiros quanto estratégicos. Pelo lado financeiro, como será mostrado mais adiante neste estudo, a entrada no mercado de agricultura conectada pode ser uma boa fonte de receita para as operadoras, que não passam por bons financeiros por causa da diminuição de suas receitas ao longo dos últimos anos. Com base em informações do OVUM (2017), a Tabela 1 mostra, em milhões de dólares, a receita das quatro grandes operadoras de telefonia móvel que atuam no mercado brasileiro relacionada a serviços, ou seja, com conectividade.

É possível verificar que as receitas de todas as operadoras estão diminuindo ao longo do tempo, juntamente com o mercado brasileiro como um todo. O *compound anual growth rate* (CAGR) é uma taxa constante e composta que avalia o desempenho de uma determinada variável ao longo do tempo, considerando seu ponto inicial e final (ANSON, FABOZZI, & JONES, 2010). O CAGR apresentado pela soma das receitas das operadoras, entre 2010 e 2016, foi de -8%, ou seja, é como se de 2010 até 2016 a soma da receita operadoras tenha caído a uma taxa fixa de -8%.

Tabela 1 – Receita das operadoras de telefonia móvel no mercado brasileiro

Receita (Mi US\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	CAGR (10-16)
Claro	5,9	6,9	6,1	5,6	5,2	3,3	3,1	-10%
Oi	4,7	4,6	3,2	3,1	3,7	3,2	2,9	-8%
TIM	7,6	8,6	8	7,5	6,8	4,7	4,1	-10%
Vivo	9,7	11,6	10,5	10,2	9,7	7,2	7,0	-5%
Total	27,9	31,7	27,8	26,4	25,4	18,4	17,1	-8%

Fonte: OVUM (2017) e elaboração própria do autor

O EBITDA, que significa *Earnings before interest, tax, depreciation and amortization*, é uma medida financeira que mede o lucro que uma determinada empresa possui antes da cobrança de impostos, juros, depreciação e amortização. A margem EBITDA é o quociente entre o EBITDA e a receita total da empresa. Na Tabela 2 também é possível notar uma flutuação na margem que as operadoras obtiveram ao longo do tempo. Essa flutuação atrapalha o nível de investimento que as operadoras podem realizar. Considerando o alto nível de investimento que as operadoras devem fazer para a manutenção e a expansão de sua infraestrutura, uma fonte de receita extra com a entrada em um novo mercado pode fazer uma diferença significativa em suas operações.

Tabela 2 – Margem EBTIDA das operadoras

Margem EBITDA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Claro	29%	24%	22%	23%	28%	23%	26%
Oi	38%	28%	25%	26%	27%	23%	20%
TIM	27%	29%	29%	27%	30%	27%	30%
Vivo	35%	36%	39%	32%	20%	15%	33%
Total	31%	29%	29%	27%	25%	20%	28%

Fonte: OVUM (2017) e elaboração própria do autor

Dado o cenário com baixa cobertura de telefonia móvel no campo, tecnologias de comunicação que se baseiam em outros protocolos, como o *Zigbee* e o *Sigfox*, e que focam no mercado de IoT tem um grande potencial para atuar no campo. Para as operadoras, é uma questão estratégica o momento de entrar neste mercado, pois este ainda está inexplorado por boa parte dos competidores. Além disso, ser visto pelo mercado como um parceiro confiável de Internet das Coisas, como outras operadoras fora do Brasil já vem fazendo, é importante para maximizar as receitas no futuro.

Vale ressaltar que, além de possibilitar a entrada do IoT no agronegócio brasileiro, a expansão da cobertura nas áreas rurais vai permitir a expansão das atividades de outras indústrias também, como por exemplo transporte e logística. O mercado da Internet das Coisas é muito grande e vai estar presente no cotidiano da sociedade no futuro. Estar presente no desenvolvimento desse mercado no Brasil pode ser essencial para se tornar um importante parceiro nesse novo cenário e ter um bom fluxo de receitas com essas atividades.

1.2.3 Agricultura

Para que a expansão da cobertura celular traga bons resultados para as operadoras, é necessário que as máquinas sejam conectadas à sua rede celular móvel. Essa adoção da tecnologia só ocorrerá se a conectividade das máquinas e os serviços associados trouxerem vantagens e facilidades para os agricultores e suas atividades. As aplicações da Internet das Coisas na agricultura podem ocorrer ao longo de toda cadeia produtiva agrícola, desde o início da colheita até a produção final da comida e sua distribuição.

A produtividade está diretamente relacionada com os avanços tecnológicos. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o crescimento da produção

agropecuária brasileira no período entre 1975 e 2015 foi 58,4% causado pelas melhorias da tecnologia, 15,1% devido ao aumento da área cultivada e 15,4% relacionado ao trabalho (2017a). Além disso, foi estimado que entre os anos de 2017 e 2027 a área plantada de grãos, no Brasil, aumentará em 17,3% enquanto a produção terá um aumento de 24,2% (MAPA, 2017a). Esse fato indica como as técnicas e tecnologias são determinantes para o aumento da produtividade.

Um dos grandes exemplos possíveis de aplicação é a agricultura de precisão, que consiste na coleta de dados sobre diversos aspectos da plantação, na análise desses dados e na tomada de decisão para fazer uma gestão precisa do plantio (MURAKAMI, et al., 2007). A agricultura de precisão atua na variabilidade temporal e espacial, visando um aumento do retorno econômico, além do foco em sustentabilidade e redução dos impactos causados ao meio ambiente (MAPA, 2013a).

A coleta de dados sobre as diversas variáveis que podem influenciar um plantio é feita através de sensores, GPS e satélites, por exemplo, e as tomadas de decisão podem ser feitas de maneira autônoma e podem incluir ações como manutenção da irrigação, de fertilizantes e de pesticidas, por exemplo, dependendo da avaliação feita (DONG, VURAN, & IRMAK, 2013). Com as escolhas sendo tomadas da melhor maneira possível, existirá uma economia de recursos e um aumento da produtividade associada à utilização dessa técnica.

De acordo com *United States Department of Agriculture* (USDA) a diferença média do lucro operacional entre fazendas que utilizam a agricultura de precisão e as que não utilizam é, aproximadamente, US\$ 163 por hectare plantado (USDA, 2016a).

Outras aplicações também podem ajudar a aumentar a produtividade agrícola ou ainda fazer um melhor uso dos produtos colhidos. Aplicações com o uso de drones, de segurança e acompanhamento da comida, controle autônomo de máquinas agrícolas são outros exemplos de possíveis aplicações que podem ajudar o produtor em suas atividades.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o aumento da temperatura global em decorrência do aquecimento global pode provocar prejuízos enormes nas principais plantações brasileiras (EMBRAPA, 2008). A previsão é de que as perdas, em 2020, totalizem R\$ 7,4 bilhões e, em 2070, R\$ 14 bilhões.

A FAO definiu *Climate Smart Agriculture* como uma medida para desenvolver condições técnicas, políticas e de investimento para atingir um modelo sustentável de agricultura considerando a segurança da comida e sob as mudanças climáticas. Essa medida conta com três

grandes pilares: aumento da produtividade rural, desenvolvimento de resiliência em relação às mudanças climáticas e redução dos gases do efeito estufa (FAO, 2013).

É importante ver como a questão da sustentabilidade e do clima são importantes para a agricultura. A agricultura conectada tem um papel importante para a *climate smart agriculture*, pois impacta direta ou indiretamente cada um de seus três pilares.

1.3 Escopo do estudo

Considerando a Ericsson como fonte de inspiração para este trabalho, parte relevante do trabalho será focado na questão da conectividade, sendo feita uma análise de cada um dos estados brasileiros para o desenvolvimento de um planejamento da cobertura celular através de ERBs. Algumas questões técnicas como frequência utilizada para cobertura, por exemplo, e a dinâmica do mercado de telecomunicações foram consideradas no planejamento. A localização das ERBs atuais e a localização das zonas agrícolas foram aspectos que não entraram na análise.

A partir do modelo proposto, serão estimados os custos de aquisição dessa expansão, assim como a sua manutenção. Por questões de confidencialidade, a estimativa dos custos não utilizou dados sobre os preços reais de ERBs fornecidos pela Ericsson.

As receitas potenciais das operadoras no mercado de agricultura conectada foram calculadas com base em dados relevantes encontrados sobre o tema. Ao longo do estudo, apesar da utilização de casos de uso reais para a ilustração da aplicabilidade da Internet das Coisas na agricultura, não foram desenhados novos casos de uso para a sua aplicação no Brasil.

1.4 Estrutura do trabalho

A estrutura do trabalho está dividida nos capítulos descritos a seguir.

A referência bibliográfica tem o objetivo de suprir o leitor com a teoria e o conhecimento necessários e complementares para a leitura dos próximos capítulos.

O capítulo 3, chamado de Desenvolvimento, inclui a principal parte do estudo. Esse capítulo começa descrevendo como funciona o mercado de Telecomunicações no Brasil, quem são os principais players e a função de cada um, e como está a situação da cobertura celular no campo. Os subcapítulos 3.3, 3.4 e 3.5 fazem parte da análise da viabilidade financeira da entrada das operadoras no mercado de agricultura inteligente. O primeiro calcula quanto é a estimativa das

receitas das operadoras nesse mercado, o segundo calcula quais são os custos associados à entrada no mercado, considerando principalmente a necessidade da cobertura celular e no último é feita a análise financeira com os valores previamente calculados. O subcapítulo 3.6 tem o objetivo de mostrar um possível modelo de negócios para que as operadoras atuem no mercado em questão.

O capítulo 4 tem a função de concluir o estudo realizado, apresentando seus principais resultados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo fará análises sobre a Internet das Coisas, focando principalmente em agricultura conectada através de um estudo bibliométrico sobre o tema. Aspectos mais técnicos e relacionados às telecomunicações serão analisados em mais detalhes e, por fim, a análise de viabilidade econômica de um projeto através do cálculo de seu valor presente líquido também será estudada.

2.1 A Internet das Coisas

O termo Internet das coisas foi utilizado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton em uma apresentação sobre a aplicação da tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID) na cadeia de suprimentos da Procter & Gamble (ASHTON, 2009). Desde então essa expressão começou a ser a mais difundida. Porém, outras expressões também começaram a ser utilizadas para se referir ao mesmo conceito ou a ideias correlatas.

Esses termos são *Web of Things*, que remete a uma ideia parecida com a do termo mais conhecido e difundido, e *Ubiquitous Computing*, que passa a ideia de que os computadores estarão conectados e presentes em todas as atividades humanas, como se fosse onipresente. Por mais que existam pequenas diferenças técnicas entre os termos, a ideia geral de todos, onde os objetos do nosso cotidiano se conectarão através da Internet, é basicamente a mesma.

De acordo com Atzori, Iera & Morabito (2010), a Internet das Coisas é um paradigma da comunicação onde objetos do nosso cotidiano terão microcontroladores e rádios para comunicação digital, e serão capazes de comunicar com os seus usuários ou entre si através de protocolos padronizados, se tornando parte da Internet.

Uma outra definição possível, de acordo com Giusto et al. (2010), é a presença universal de objetos ao nosso redor, que podem ser celulares, computadores e sensores, por exemplo, e que, através de protocolos de comunicação, conseguem comunicar, interagir e cooperar entre si para atingir um objetivo comum.

2.2 Estudo bibliométrico sobre a Internet das Coisas voltada para a agricultura

Considerando que a agricultura conectada é um tema que ainda será muito desenvolvido ao longo do tempo, este subcapítulo tem como objetivo fazer um estudo bibliométrico sobre IoT voltado para a agricultura. A pesquisa foi realizada na plataforma *Web of Science* no final do mês de junho de 2017, fazendo com que os resultados obtidos para o ano de 2017 sejam apenas parciais.

Os artigos foram pesquisados com base no termo *Internet of Things* e nos seus termos correlatos *Web of Things* e *Ubiquitous Computing*. Considerando o foco em agricultura, os termos exatos da procura foram: “*Internet of Things*” *Agriculture* OR “*Web of Things*” *Agriculture* OR “*Ubiquitous Computing*” *Agriculture*. Foram encontrados 194 resultados pela pesquisa, que foram filtrados para realizar a análise apenas de artigos científicos e revisões. A amostra total utilizada neste estudo é de 37 artigos.

Apenas como referência, a pesquisa com os termos da pesquisa foi feita no dia 2 de novembro de 2017 para avaliar a diferença entre o número de artigos científicos e revisões encontrados. Na nova pesquisa, a amostra contou com 59 resultados, 22 artigos mais que a pesquisa realizada no final de junho, totalizando um acréscimo de, aproximadamente, 60% no número total de artigos. Esse fato só mostra como o tema é relevante e como ele ainda será muito desenvolvido ao longo do tempo.

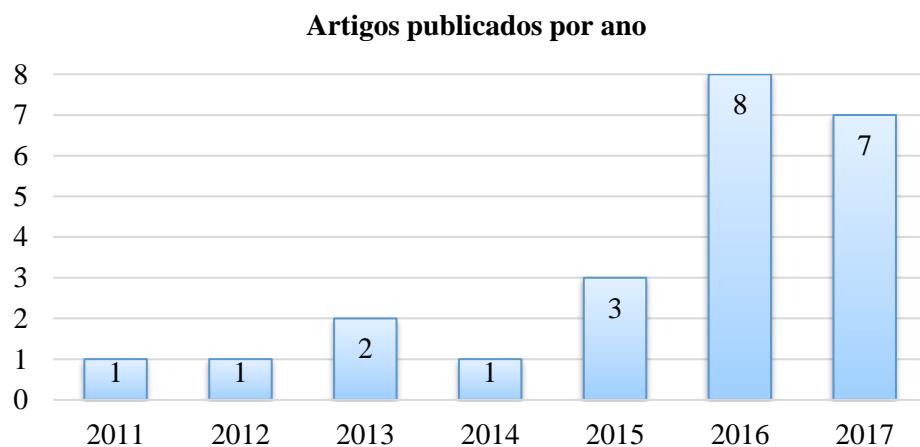
Nem todos os artigos encontrados fazem sentido dentro do escopo da pesquisa e por isso o filtro por áreas de pesquisa também foi utilizado nesse estudo. Dentre as áreas listadas nos artigos, foram excluídas categorias que não fazem parte do escopo do estudo (*Science technology other topics* e *Environmental sciences ecology*). As áreas de atuação consideradas foram: *Computer science*, *Telecommunications*, *Engineering*, *Agriculture*, *Instruments instrumentation*, *Electrochemistry*, *Chemistry*, *Social sciences other topics*, *Food science technology* e *Automation control systems*. Esse controle foi feito filtrando categoria por categoria e fazendo a análise da relevância dos resultados obtidos para o estudo em questão.

Ao final deste processo, a amostra refinada possuía 34 artigos. A partir deste momento, foi utilizada a ferramenta de análise de resultados do *Web of Science* para analisar a amostra. Vale destacar que, nesta etapa, foram excluídos artigos onde o foco principal era a Internet das Coisas e não Internet das Coisas voltada para a agricultura. Foram excluídos artigos sobre sensores

para a Internet das Coisas, *Machine Learning*, aplicações de Internet das Coisas para smartphones, plataformas educativas e inovadoras, e aplicações de *Cloud*.

A amostra final analisada neste trabalho possui 23 artigos. Os gráficos de citação e publicação por ano estão mostrados na Figura 1 e na Figura 2. Estudos sobre a agricultura dentro da Internet das Coisas são recentes, sendo em 2011 a primeira publicação feita no *Web of Science*.

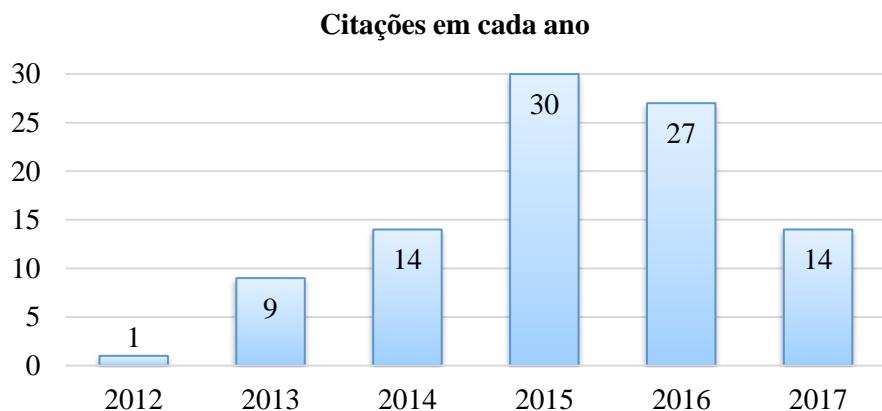
Figura 1 – Número de artigos publicados por ano



Fonte: *Web of Science* e elaboração própria do autor

A análise da Figura 1 mostra um aumento no número de publicações ao longo do tempo, reforçando a ideia de que o tema vai ser mais abordado e desenvolvido no futuro. A pesquisa, feita ao final do mês de junho, indica que, naquela época, o número de publicações em 2017 já era quase o mesmo número de publicações feito no ano inteiro de 2016. Além disso, é possível verificar uma tendência de aumento do número de citações com o passar do tempo, na Figura 2, mostrando que a relevância tema está cada vez maior e que este assunto ainda será muito estudado e ampliado.

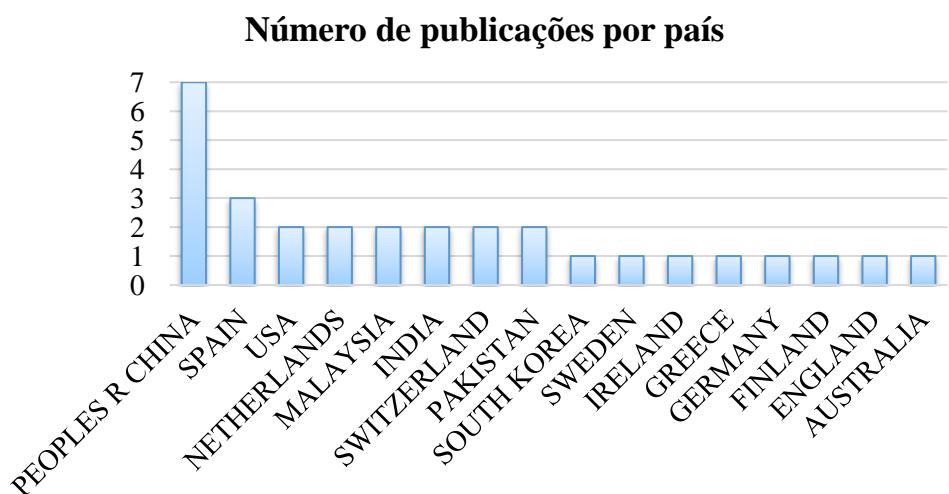
Figura 2 – Número de citações com base na amostra de artigos escolhida



Fonte: Web of Science e elaboração própria do autor

Na amostra de artigos refinada, foi feita uma análise para verificar o país de origem de cada um dos artigos. O resultado mostrou que apenas 16 países estão envolvidos na publicação dos artigos, com destaque para China com um total de 7 publicações. Os países que possuem publicações estão, principalmente, localizados na Ásia e na Europa, sendo os Estados Unidos da América o único país pertencente às Américas que realizou publicações. A Figura 3 mostra o número total de publicações feitas por país. Vale ressaltar que é possível que uma publicação envolva mais de um único país, fazendo com que a soma dos artigos publicados passe de 23.

Figura 3 – Número de publicações por país



Fonte: Web of Science e elaboração própria do autor

2.2.1 Análise dos resultados do estudo bibliométrico

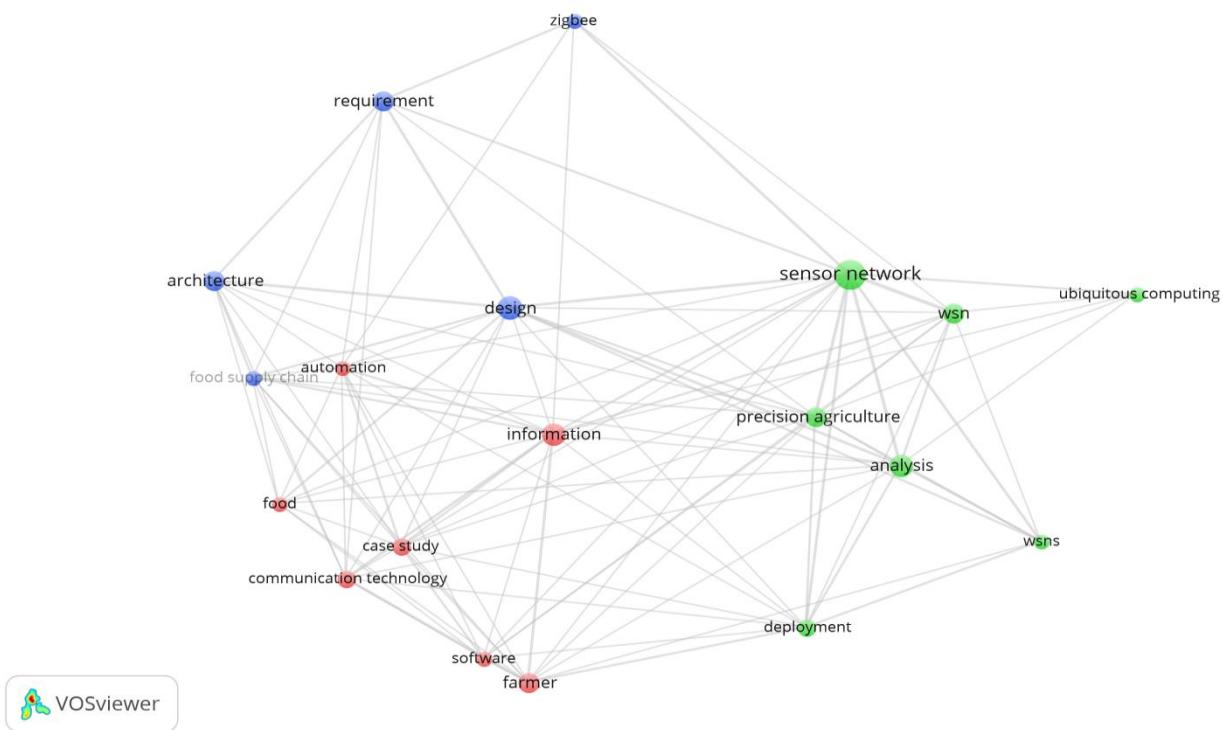
Para a análise dos resultados foi utilizada uma ferramenta chamada *VOSviewer*, que é um software desenvolvido no *Center for Science and Technology Studies* (Luden, Holanda) e que serve para mapear as palavras e termos mais citados dentro de uma amostra de artigos. Essa análise permite saber, dentro de um determinado tema, quais são os termos mais repetidos e a proximidade entre diferentes termos, ou seja, quais termos são mais relevantes e quais são as palavras que se mais se relacionam entre si.

Foi escolhida a opção de fazer a análise tanto dos títulos dos artigos quanto dos resumos de cada um dos artigos da amostra. Como o número de artigos na amostra não é grande, o número mínimo de aparições de um determinado termo é três para que ele seja considerado relevante dentro da análise. Foram excluídos termos genéricos como *Number*, por exemplo, que não agregariam valor algum à análise. O resultado obtido pode ser observado na Figura 4.

O termo que foi considerado o mais relevante pelo software foi *Sensor network*, o que mostra a importância dos sensores e das suas redes para a agricultura conectada. De acordo com Martinez et al. (2016), a rede de sensores sem fio é uma das tecnologias mais promissoras dentro da agricultura conectada e que é esperado um aumento significativo da utilização dessas redes em plantações nos próximos anos. Além do termo *Sensor Network*, os termos *WSN* e *WSNs*, que significam *Wireless sensors networks*, reforçam a importância dessa tecnologia.

Uma outra funcionalidade do *VOSviewer* é mostrar, através das ligações em cinza do diagrama, quais palavras estão relacionadas entre si. O termo *Precision agriculture*, por exemplo, tem ligações com as palavras *WSNs*, *Sensor Network*, *Information* e *Analysis*. Considerando o uso extensivo de sensores, dados e análises na operação da agricultura de precisão, as relações estabelecidas pelo software se mostram coerentes.

Figura 4 – Palavras mais relevantes e suas relações

Fonte: *VOSviewer*

A relação entre a agricultura e o IoT ainda é recente. A presença dos termos *Architecture*, *Design*, *Case study* e *Deployment* mostram como o desenvolvimento do tema ainda se encontra em seu estágio inicial, onde parte considerável das pesquisas acabe focando no desenvolvimento de formas de organizar, desenhar e implantar a agricultura conectada. Os casos de uso servem de exemplo para entender como as pessoas encontram utilizações relevantes da tecnologia e como elas se organizaram para fazer todo o projeto funcionar corretamente.

Foi desenvolvida uma classificação para categorizar o principal assunto abordado pelos artigos. As categorias criadas foram: Sensores, Análise geral, Estudo de caso, Plataformas, *Food Supply Chain* e Proposta de Modelo. Foi feito um pequeno resumo de cada categoria para ilustrar melhor os temas abordados. A Tabela 3 seguir indica o número de artigos classificados dentro de cada categoria e um índice dos artigos. A lista completa dos artigos, com informações como ano de publicação, fonte, autores e título, por exemplo, pode ser encontrada no Apêndice 1 deste estudo.

Tabela 3 – Categorias dos artigos

Categoria	Número de artigos	Índice dos artigos
Proposta de Modelo	6	1, 2, 5, 7, 19, 23
Estudo de caso	6	8, 9, 12, 15, 16, 18
Sensores	4	10, 13, 20, 21
Plataforma	3	6, 17, 22
Food Supply Chain	2	3, 4
Análise geral	2	11, 14

Fonte: Elaboração própria do autor

2.2.1.1 *Sensores*

A primeira categoria a ser analisada é de Sensores. Os artigos abordam questões sobre tecnologias para conectar esses sensores, adaptação destes para a utilização dentro da Internet das Coisas e tamanho da rede sensores a ser utilizada para cobrir uma região.

De acordo com Sawant, Durbha, & Jagarlapudi (2017), os avanços nos sistemas de sensores ajudaram no monitoramento das condições do ambiente de forma precisa, porém a tomada de decisão com base nessas informações ainda não foi devidamente desenvolvida. As pessoas envolvidas com essa tecnologia ainda estão aprendendo a lidar com as informações que antes eram obtidas de maneira muito menos frequente e centralizada.

Um dos principais problemas em diversas aplicações da Internet das Coisas é a bateria dos dispositivos utilizados e não é diferente no caso da agricultura. De acordo com Balmos et al. (2016), as baterias dos sensores utilizados para coleta de dados na agricultura devem durar pelo menos um ciclo completo de plantação e colheita. Isso possui diversas implicações relevantes como a escolha da tecnologia a ser utilizada para conectar os sensores e qual a frequência de envio de dados adequada a uma determinada aplicação.

Apesar do fato de que os sensores tenham obtido grande destaque na análise do *VOSviewer*, apenas 4 artigos são focados, principalmente, em sensores. Isso se deve ao fato de que eles estão presentes na maior parte dos artigos, pois a agricultura conectada muitas vezes depende deles,

mas não necessariamente eles são o foco do estudo realizado. Além disso, nenhum desses artigos foi citado nos últimos anos.

2.2.1.2 Propostas de modelo

A maior parte dos artigos focaram em propostas de modelos para a utilização da Internet das Coisas dentro da agricultura. Esses artigos focaram em propostas de sistemas de agricultura conectada, abordando pontos como software, redes de sensores, métodos de implantação ou ainda a utilização de novas técnicas como a de uso de drones para capturar imagens aéreas, por exemplo.

A utilização de aplicações em agricultura conectada não se resume apenas ao campo. De acordo com Sivamani, Bae, & Cho (2013), considerando a taxa de migração das pessoas para as áreas urbanas, as fazendas verticais urbanas são parte do futuro da agricultura. Os autores do estudo propuseram um modelo para entender melhor as condições de plantio e as suas relações com a utilização da Internet das Coisas para coleta dos dados.

Essa categoria de artigos foi a mais citada de todas, possuindo aproximadamente 70% do número total de citações da amostra. Considerando que o estudo do tema ainda está em uma fase inicial, ter mais artigos que mostrem formas de como fazer a implementação de sistemas é razoável. De acordo com Shahzadi et al. (2016), a maior parte dos agricultores não está a par das novas tecnologias e das novas práticas e por isso estão sendo desenvolvidos modelos e sistemas para auxiliá-los na atualização de suas operações e negócios.

2.2.1.3 Estudos de caso

Estudos de caso também obtiveram destaque em relação ao número de artigos gerados, mas não em relação ao número total de citações. Um exemplo de caso analisado nos artigos foi a utilização de sensores para a verificação das condições internas das colmeias e das abelhas e a relação destas com as condições externas do meio como umidade e concentração de gás carbônico na atmosfera.

Estudos de caso, em sua essência, mostram possíveis aplicações e funcionalidades do tema abordado e quais são as vantagens e desvantagens de sua utilização. Considerando o estágio inicial dos estudos em agricultura conectada, os estudos de caso são muito importantes para dar mais credibilidade e visibilidade ao tema estudado, além de fomentar cada vez mais estudos e aplicações.

2.2.1.4 Plataformas

O desenvolvimento e a proposta de plataformas se fazem essenciais no começo da utilização de uma determinada tecnologia para que ela seja difundida com o tempo. As plataformas ajudam a diminuir a distância entre o fazendeiro e a tecnologia, pois elas se tornam uma ferramenta poderosa para o cultivo das lavouras e que é de fácil utilização por parte do usuário final. Além de diminuir a mão de obra necessária para a coleta de dados, um volume maior destes pode ser coletado e analisado em muito menos tempo.

De acordo com Ferrandez et al. (2016), existem barreiras para a utilização das plataformas, como, por exemplo, o preço dos equipamentos, a dificuldade em operá-los e fazer a sua manutenção e o padrão da utilização dos sensores, que ainda está em desenvolvimento. Ainda de acordo com este artigo, os autores afirmam que com o avanço da tecnologia e da Internet das Coisas, os sistemas estão se tornando baratos, fáceis de utilizar e eles usam protocolos e padrões que utilizam pouca bateria. Dessa forma, é esperado que esses sistemas estejam cada vez mais presentes dentro das fazendas.

Com o desenvolvimento da tecnologia e do amadurecimento do mercado de agricultura conectada, é esperado que surjam novas soluções que atendam às diferentes demandas e necessidades dos agricultores. O número de artigos específicos sobre plataformas ainda não é grande, mas eles já possuem um tamanho relevante dentro da amostra, aproximadamente 13% do total de artigos, mostrando a importância das plataformas para a agricultura conectada.

2.2.1.5 Food supply chain

Food supply chain é uma categoria muito interessante dentro da agricultura conectada. Grande parte das aplicações mais estudadas atualmente acabam focando mais no cultivo das plantações,

mas existem outras partes da cadeia de suprimentos da comida onde aplicações inteligentes podem ser úteis. De acordo com Wolfer et al. (2017), a Internet das Coisas e suas possíveis aplicações com o volume massivo de informações que é gerado estão mudando não só a base primária da produção, mas sim a cadeia produtiva inteira.

Um dos artigos, por exemplo, foca em um sistema autônomo de rastreamento para a cadeia de suprimentos alimentícia, enquanto o outro artigo foca na modernização da cadeia alimentícia. Considerando o desenvolvimento da Internet das Coisas e da Computação ubíqua, é esperado que cada vez mais os elos da cadeia produtiva sejam automatizados e conectados entre si, possibilitando o desenvolvimento de diversos casos de uso.

Apesar de apenas dois artigos sejam focados na cadeia produtiva dos alimentos, vale ressaltar que o foco desta pesquisa ainda é mais na base primária da mesma. Considerando a importância do tema, com certeza este aparece em diversas aplicações e pesquisas fora do escopo deste estudo.

2.2.1.6 Análise geral

Nesta categoria temos a presença de apenas dois artigos. “*Big Data in Smart Farming - A review*” faz uma proposta de um modelo estruturado para a análise da Internet das Coisas, focando nas fazendas, e quais são os desafios socioeconômicos que devem ser endereçados nas soluções propostas de acordo com Wolfert et al. (2017).

O segundo artigo, “*Overview of digital agriculture: Making growers lives more productive*”, faz uma análise sobre o processo de decisão dos agricultores dentro do ciclo de uma colheita. Os autores chegam a conclusão de que a agricultura conectada não é uma solução por si só, mas sim um sistema de sensores, softwares, equipamentos, plataformas em nuvem e conselheiros atuando juntos para melhorar os resultados da colheita (ESENAM, 2017).

Ambos os artigos entraram na categoria de Análise geral por terem feito uma análise mais abrangente, englobando diversos fatores que influenciam esse mercado da agricultura conectada. Apesar de serem apenas dois artigos, vale ressaltar a importância deles para o estudo do tema. É essencial que as pessoas envolvidas neste mercado saibam quais são as principais características, desafios a serem superados e ferramentas disponíveis para utilização para que um bom desenvolvimento do mercado aconteça.

2.3 Agricultura de precisão

Como já foi definido anteriormente, a agricultura de precisão atua na variabilidade temporal e espacial, visando um aumento do retorno econômico, além do foco em sustentabilidade e redução dos impactos causados ao meio ambiente (MAPA, 2013a). Ela se utiliza de diferentes técnicas, com base no uso de sensores, para verificar diferentes níveis de produtividade, de características físicas e químicas do solo, além de sua compactação e umidade, e para verificar problemas com ervas daninhas, pragas e doenças (MAPA, 2013b).

Essas análises acontecem dentro de uma mesma área plantada e a variação que pode ser encontrada considerando os aspectos citados é grande. A consequência disso é que uma gestão uniforme do solo não é a melhor solução, dada às necessidades específicas de cada uma das partes do solo. De acordo com o USDA, existem três tipos diferentes de tecnologias relacionadas à agricultura de precisão que serão descritas a seguir (2016a):

- *Computer mapping*: essa tecnologia consiste na criação de diversos mapas sobre a área estudada para a verificação da variabilidade espacial do solo de acordo com os critérios desejados. Tanto a produtividade quanto o solo podem ser utilizados para criar mapas, mas as tecnologias envolvidas se diferem entre si. As características do solo são medidas através de sensores espalhados ao redor da plantação e o conjunto de informações coletadas em cada um dos pontos constitui o mapa final. Esses mapas auxiliam na verificação da variabilidade espacial da lavoura e temporal, sendo possível acompanhar histórico dos indicadores para melhor gerir a área plantada. Essa tecnologia é a mais utilizada dentre as três descritas.
- *Guidance systems*: com base em sistemas *Global Positioning System* (GPS), essa tecnologia permite a utilização de máquinas autônomas, diminuindo os erros cometidos por operadores das máquinas. As aplicações podem ocorrer desde a plantação das sementes e a aplicação de pesticidas até a colheita. Os funcionários da lavoura economizam tempo e podem fazer outras atividades, além de aumentar a precisão dos processos que são feitos de forma autônoma.
- *Variable-rate Technology*: a aplicação de fertilizantes, compostos químicos e a plantação de sementes customizados são exemplos de aplicação dessa tecnologia. Com base em sistemas GPS ou em mapas de produtividade e do solo, essa tecnologia é capaz de ajustar a gestão do solo de forma adequada à cada parte específica da área plantada. A implantação desta tecnologia é a mais cara entre as citadas aqui.

Estudos baseados em lavouras de milho de tamanho médio nos Estados Unidos indicam que a adoção do *Computer mapping* aumenta em 3% no lucro operacional e no lucro sobre o retorno líquido do investimento em 2%. Já utilização de *Guidance Systems* aumentou em 2,5% o lucro operacional e o retorno em 1,5%, enquanto o *Variable-rate Technology* em 1,1% em ambos indicadores (USDA, 2016a).

Vale destacar que o milho é o grão mais produzido nos Estados Unidos, que a produtividade deles é maior que a produtividade brasileira de milho (USDA, 2016b) e que a tecnologia de agricultura de precisão é empregada desde a década de 90 (USDA, 2016a), o que aumenta a possibilidade de que os indicadores mostrados no parágrafo anterior serem menores do que seriam no Brasil. Além disso, de acordo com o USDA (2016b) os custos de produção do milho por acre no Brasil podem ser até 28% menores do que o mesmo indicador nos Estados Unidos.

2.4 Estudos de caso

O estudo de caso abordado aqui é de autoria do GSMA, uma associação que representa os interesses de mais de 800 operadoras de telefonia móvel ao redor do mundo, além de mais de 300 empresas que atuam no ramo de telecomunicações também. O programa, chamado de *mAgri*, tem como foco auxiliar pequenos agricultores em países em subdesenvolvidos a aumentar sua produtividade e suas receitas através de soluções designadas através de celulares conectados à Internet (GSMA, 2017).

A iniciativa atuou em seis países utilizando-se de parcerias com operadoras que atuam em cada um dos países. O GSMA acredita que as operadoras têm a oportunidade de impactar muito a vida das pessoas considerando o seu alcance dentro de um país, ajudando a contribuir para a diminuição da fome no mundo (GSMA, 2017). Os seis países do programa são: Gana, Sri Lanka, Bangladesh, Malawi, Paquistão e Myanmar.

A proposta do GSMA é auxiliar os agricultores da região, em parceria com as operadoras, prestando um serviço que eles chamam de *Agricultural Value Added Services* (Agri VAS), que são serviços, prestados através de celulares, e que informam aos usuários da plataforma informações sobre a previsão do tempo, plantações específicas e sobre o mercado para esses produtos.

O projeto começou com o desenvolvimento dos serviços a serem oferecidos nos diferentes países. Desde a data do lançamento do primeiro produto, em junho de 2015, até maio de 2017

mais de 5,1 milhões de usuários se registraram para obter os Agri VAS nos seis países mencionados. Em dezembro de 2016, haviam 3,2 milhões de usuários registrados em sua base e, apesar de que 41% dos usuários não utilizaram o produto em dezembro, 19% dos usuários utilizaram o serviço e 40% não só utilizaram o serviço, mas o utilizam de forma recorrente (GSMA, 2017). O número de usuários não ativos é grande, mas considerar que mais de 1,3 milhões de usuários usam o serviço de forma recorrente em um período de um ano e meio é uma prova de que o serviço tem um bom impacto na vida de seus usuários.

Cada uma das operadoras adotou diferentes posturas em relação ao serviço. Algumas utilizaram um modelo de assinatura, outras um modelo gratuito e outras ainda um modelo *freemium*, onde o usuário pode utilizar o serviço de graça, mas de forma limitada, ou pagando uma taxa de assinatura para ter o serviço completo. Algumas conclusões importantes do estudo foram: a experiência do usuário é essencial para o sucesso do serviço; a forma como os usuários eram abordados e a simplicidade do registro foram fatores críticos de sucesso; a associação com parceiros locais para o desenvolvimento da solução é crucial para o bom funcionamento do serviço.

Em pesquisa para avaliar os resultados, 75% dos usuários recorrentes afirmaram que notaram mudanças em algum aspecto de suas plantações. 53% dos usuários recorrentes de Malawi reportaram aumento da produção e 53% dos usuários recorrentes do Paquistão reportaram aumento da receita. Notou-se nessa pesquisa que a maior parte dos agricultores que reportaram melhorias em suas plantações eram usuários ativos do serviço (GSMA, 2017).

Vale ressaltar que, dadas as condições precárias dos agricultores, foi oferecido apenas alguns serviços para auxiliar o plantio, não foram oferecidos sensores para agricultura de precisão ou controle autônomo de máquinas. A proposta de solução aqui no Brasil pode acontecer de forma mais completa e robusta, aumentando mais ainda os benefícios analisados aqui neste estudo de caso.

2.5 Funcionamento da arquitetura de rede para telecomunicação

Este subcapítulo tem como função a criação de uma base teórica para o entendimento de como funciona uma arquitetura de rede para telecomunicação. Tal entendimento auxiliará o leitor a entender melhor a dinâmica do mercado de telecomunicações brasileiro, além da proposta final do estudo, que é a criação de um modelo de negócios.

Para que antenas, celulares e rádios consigam comunicar-se entre si é necessária uma linguagem comum entre as máquinas para funcionar. O padrão *Global System for Mobile Communications* (GSM) é o mais utilizado no mundo todo, sendo encontrado em 219 países e atendendo mais de 5 bilhões de usuários em 2016 (GSMA, 2016b).

A tecnologia do padrão GSM evoluiu ao longo do tempo e cada uma das suas versões possui um nome diferente. O nome mais usual na sociedade são 2G, 3G e 4G que significam, respectivamente, segunda geração, terceira geração e quarta geração. Para ilustrar, a tecnologia por trás do 4G é conhecida como *Long term Evolution* ou LTE.

O grupo 3GPP, que significa *3rd Generation Partnership Project*, busca a padronização da tecnologia GSM aplicada aos componentes necessários para a criação de uma rede celular para telecomunicações (3GPP, 2017). De acordo com o 3GPP (2012), a rede 3G tem uma estrutura básica formada pelos seguintes componentes:

Figura 5 – Componentes básicos de uma rede celular



Fonte: Elaboração própria do autor

- User equipment;
- Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN);
- Core Network

O *User Equipment* pode ser qualquer dispositivo conectado à rede através de um *Subscriber identity module card*, mais conhecido como SIM Card. Um exemplo simples de *User Equipment* é o celular, que utiliza o chip de uma operadora, que é um SIM Card, para se conectar à rede móvel celular.

O UTRAN é um termo conceitual, que indica que a rede é formada de *Node Bs* e *Radio Network Controller* (RNC) (3GPP, 2012). As *Node Bs* são as ERBs da tecnologia 3G e são elas que se conectam aos dispositivos com SIM Card. Por sua vez, o RNC atua como um ponto central da

rede, recebendo sinais de várias ERBs. Vale destacar aqui que a comunicação, em ambos os casos, não é unidirecional, pois é necessário que o RNC consiga se conectar com a *Node B* e que esta consiga se conectar com o SIM Card para que a comunicação seja completa.

O RNC tem um papel essencial na rede, pois não só se conecta à diversas ERBs de uma determinada região, como manda todas as informações que passam por ele para o *Core Network*, mais conhecido como Core. A principal função do Core é fazer a gestão de toda a operação de telecomunicação. Por exemplo, o Core é o responsável por conseguir conectar uma ligação entre dois celulares, de diferentes operadoras e em diferentes estados, por determinar quanto tempo teve de duração a chamada e quanto ela custou para os clientes. O Core também possui funções mais operacionais mais relacionadas à estabilidade da rede e sua performance, por exemplo.

Vale destacar que a arquitetura de rede descrita acima é específica para a rede 3G. Alguns dos nomes aqui descritos se referenciam a estruturas utilizadas exclusivamente em redes 3G. Porém, a ideia geral de como a telecomunicação funciona é a mesma para qualquer tecnologia. Os três grandes componentes, que são o usuário, as antenas e o core da rede, são comuns, também, ao 2G, ao 4G e, futuramente, ao 5G.

2.6 Modelo de negócio e o CANVAS

Um modelo de negócio pode ser entendido como uma representação da forma como uma empresa cria valor e captura valor com base em sua lógica fundamental de funcionamento (SHAFER, SMITHA, & LINDER, 2005). Para facilitar a criação e análise de modelos de negócios, diversos modelos foram criados ao longo do tempo.

Um dos mais famosos é conhecido como Business model CANVAS. Ele é considerado uma ferramenta de planejamento estratégico que auxilia o desenvolvimento de modelos de negócios (SEBRAE, s.d.). De acordo com Barquet et al. (2011) o CANVAS, através de alguns campos pré-definidos, consegue com sucesso descrever modelos de negócios e ajuda na manipulação dos parâmetros para o desenvolvimento de novos modelos.

Os campos estabelecidos no modelo CANVAS e a utilização de cada um são descritos a seguir (SEBRAE, s.d.):

- Proposta de valor: qual é o valor que a empresa vai oferecer para o mercado;
- Segmento de clientes: quais segmentos de clientes alvo da empresa;

- Os canais: como é feito a compra e o recebimento do produto e serviço;
- Relacionamento com clientes: como é o relacionamento entre empresa e cada um dos segmentos dos clientes;
- Atividade-chave: atividades essenciais para a entrega da Proposta de Valor;
- Recursos principais: recursos necessários para realizar as atividades-chave;
- Parcerias principais: atividades-chave realizadas de maneira terceirizada e os recursos principais adquiridos fora da empresa;
- Fontes de receita: dado a proposta de Proposta de Valor, como a empresa irá obter receita;
- Estrutura de custos: os custos relevantes necessários para que o modelo desenvolvido possa funcionar.

2.7 Valor presente líquido

O valor presente líquido é utilizado para analisar a lucratividade de um projeto ou de uma projeção estimada (INVESTOPEDIA, s.d.). O seu cálculo determina o valor presente das parcelas do fluxo de caixa líquido de um projeto, descontando os custos (C) dos benefícios (B), durante a duração (T) do projeto. A notação t presente na fórmula abaixo indica um período de tempo t dentro do projeto e r é a taxa de desconto que é aplicada sobre cada uma das parcelas (BAQIR, DORWARD, & HOLLOWAY, 2017).

$$\text{Valor presente líquido} = \sum_0^T \frac{c_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Um valor presente líquido positivo indica que as receitas obtidas com determinado projeto ou investimento excedem os seus custos. Consequentemente, é um indicativo de que o projeto pode trazer bons resultados. No caso de um valor presente líquido negativo, a indicação é de que o projeto ou o investimento não é bom em questões financeiras (INVESTOPEDIA, s.d.).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Entendimento do Negócio

De acordo com o Telebrasil (2017), o Setor das Telecomunicações pode ser definido como sendo um setor da economia que pode ser separado em três categorias: a primeira é relacionada aos serviços de telecomunicação em si, a segunda categoria é relacionada aos serviços de valor agregado e a última a produtos utilizados para a prestação de serviços.

Os serviços de telecomunicações englobam a transmissão, emissão e recepção de dados, sinais, imagens, símbolos, por exemplo, através de fios, rádios, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético. Os serviços de telecomunicações podem incluir telefonia fixa, telecomunicações por satélites, provedores de acesso à Internet, telefonia celular, transmissão e recepção de sinais de TV e rádio, por exemplo, e são necessárias concessões, permissões ou autorizações para que agentes possam realizar a prestação destes serviços (TELEBRASIL, 2017). Neste segmento encontram-se as operadoras de telefonia móvel, que são parte importante deste estudo.

Os serviços de valor agregado e os produtos utilizados para a prestação de serviços, que são dois segmentos diferentes, englobam toda a questão da infraestrutura por trás da telecomunicação. As empresas que atuam nesse segmento, sendo a Ericsson um dos maiores players deste, planejam e constroem a infraestrutura necessária para que as operadoras atuem, fazem a manutenção de seus componentes, sejam estes softwares ou hardwares, além da administração da rede quando requisitado. Resumidamente, esses dois segmentos atuam como suporte para as operações da telecomunicação.

A dinâmica do mercado gira entre dois grandes grupos: as operadoras, sejam estas de telefonia móvel, TV ou rádio, por exemplo, e as empresas de infraestrutura e suporte, como Ericsson, Cisco e Nokia. As operadoras, que atuam no mercado, principalmente, *Business to Customer* (B2C), pois prestam serviços diretamente às pessoas físicas, são clientes das empresas do segundo grupo, o que explica o fato de essas empresas serem menos conhecidas pela população do que as operadoras.

As operadoras, com base em suas necessidades e objetivos, negociam contratos com as provedoras de infraestrutura tanto para a compra de produtos de seu portfólio, como rádios

micro-ondas e antenas, por exemplo, quanto para a prestação de serviços para a administração da infraestrutura montada.

Para operar no Brasil, as operadoras de telefonia móvel necessitam de uma autorização para prestar seus serviços fornecida pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). A Anatel cuida de toda a parte regulatória acerca das operadoras de telefonia móvel e o Serviço Móvel Pessoal (SMP), com base na Lei Geral das Telecomunicações (Lei nº 9.472/1997), Decretos, Termos de Permissão e Contratos de Concessão, por exemplo. A atuação da Anatel controla aspectos como critérios tributários relacionados à prestação do SMP, qualidade do serviço prestado, numeração dos clientes, tarifas e frequências utilizadas para citar alguns. (ANATEL, 2016).

Considerando apenas o foco nas receitas móveis, é possível segmentar essa receita em três partes. A primeira e menor de todas é a receita relacionada à venda de aparelhos celulares pelas operadoras. Os dois outros segmentos da receita são diretamente relacionados à sua operação, sendo um deles a receita com dados móveis e o outro com voz, ou seja, minutos de ligação. Vale destacar que, tradicionalmente, a voz era a maior dessas três fontes de receita. Porém, com a mudança no perfil do consumidor, o consumo de dados começou a se tornar cada vez mais relevante para as operadoras, se tornando a maior fonte de receita em alguns casos. O consumo médio de dados por smartphone em 2016 foi de 2,1 *giga bytes* e é esperado que o consumo médio em 2022 seja de 12 *giga bytes* (ERICSSON, 2017a).

Operar uma empresa de telefonia móvel demanda um alto nível de investimento e também grandes gastos operacionais. O modelo de negócio das operadoras depende de lojas físicas para captação de clientes, além de ser um local para reclamações do cliente, e depende, em alguns casos, da administração da rede de ERBs construídas e do Core da rede. Esses gastos são conhecidos como *Operational expenditures* (OPEX).

As operadoras, considerando todas essas questões contratuais, possuem obrigações relacionadas ao nível de serviço prestado e áreas a serem cobertas, considerando a compra de ERBs. Além disso, podem realizar atividades relacionadas à expansão de suas operações, considerando lojas físicas, e devem, para operar, devem realizar a compra da permissão da utilização de frequências para a utilização. Todas essas atividades fazem com que as operadoras tenham que investir muito dinheiro para operar, sendo esse investimento conhecido como *Capital expenditure* (CAPEX).

A Tabela 4 mostra, nos trimestres de 2016 e nos dois primeiros semestres de 2017, qual é a porcentagem que o CAPEX gasto em um trimestre representa no total de receitas de cada uma das grandes operadoras que atuam no mercado brasileiro. Apesar de existirem porcentagens como 8,5% da Claro no segundo trimestre de 2017 e 41,9% da TIM no primeiro semestre de 2017, é possível verificar como a média deste indicador gira em torno dos 20%. Essa porcentagem, se comparada com outros mercados, é alta e a causa raiz disso é o aumento da demanda por cobertura e por capacidade da rede para atender a todos os clientes com um nível bom de serviço.

Tabela 4 – Razão entre o CAPEX e a receita das operadoras

Operadoras	1º Trim.	2º Trim.	3º Trim.	4º Trim.	1º Trim.	2º Trim.
	2016	2016	2016	2016	2017	2017
Claro	11,7%	13,4%	17,3%	19,9%	10,8%	8,5%
Oi	18,5%	19,4%	16,1%	22,4%	20,4%	21,7%
TIM	18,4%	25,5%	28,8%	41,9%	16,9%	20,5%
Vivo	14,3%	16,8%	18,2%	25,8%	12,5%	17,0%

Fonte: OVUM (2017) e elaboração própria do autor

Para ilustrar como os investimentos neste mercado são altos, será utilizado o exemplo da compra da frequência de 700 MHz aqui no Brasil, ocorrido em 2014. As quatro ganhadoras do leilão, Claro, TIM, Vivo e Algar Telecom, gastaram juntas mais de R\$ 5 bilhões de reais para poder utilizar a frequência especificada para a implantação do 4G no Brasil (TELECO, 2016).

O segundo grupo, as empresas de infraestrutura e suporte, que fazem a construção, manutenção e administração da infraestrutura para a operação das operadoras, têm como principal fonte de receita parte do CAPEX e OPEX que é gasto pelas operadoras. Dada essa dinâmica, é de interesse do segundo grupo que as operadoras de telefonia móvel tenham operações saudáveis, para que elas mantenham bons níveis de investimento.

3.2 Situação atual da cobertura no campo

Historicamente, as áreas rurais brasileiras, principalmente regiões com um baixo nível de densidade populacional, foram muitas vezes negligenciadas pelas operadoras de telefonia móvel. Isso acontece pelo fato de não ser economicamente vantajoso para as operadoras investir dinheiro em infraestrutura para essas áreas devido ao baixo retorno que elas teriam considerando a baixa população existente nessas áreas.

O problema para a agricultura é que, em muitos casos, áreas importantes para o agronegócio brasileiro são regiões com baixíssima densidade populacional, fazendo com que muitas dessas áreas não estejam conectadas à rede móvel celular. Um estudo do BCG (2016) indica que, aproximadamente, 44% da receita total das operadoras é proveniente das capitais dos estados brasileiros e cidades com mais de 500 mil habitantes. O fato interessante é que a soma das áreas dessas cidades representa pouco mais de 1% da área total brasileira, o que ilustra o interesse que as operadoras têm em cobrir cidades com um bom número de clientes potenciais.

O Brasil é um país de dimensões continentais, possuindo, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma área total de 8.515.759,090 km² (IBGE, 2017a). A projeção de sua população no ano de 2017 é mais de 208 milhões de habitantes (IBGE, 2017b), sendo que a grande maioria desses habitantes vive em zonas urbanas.

Nos resultados do Censo de 2010, o IBGE (2011) estimou que a taxa de urbanização nacional, que é a porcentagem da população total que vive em áreas urbanas, é de 84,36%, sendo a região Sudeste a mais urbanizada (92,95%) e a região Nordeste (73,13%), a menos. De acordo com um novo estudo do IBGE chamado de *Proposta de classificação dos espaços rurais e urbanos no Brasil: tipologia municipal* (2017c), a divisão entre rural e urbano é político administrativo, dependendo de cada município.

Porém, esse novo estudo faz uma proposta de uma nova forma de calcular a taxa de urbanização brasileira, incluindo outros fatores como densidade demográfica e atividade econômica na região, de forma a se aproximar aos cálculos feitos por outras regiões como a União Europeia (IBGE, 2017c). O novo resultado obtido indica que 76% da população brasileira vive em municípios considerados predominantemente urbanos, que representam apenas 26% do total dos municípios brasileiros.

Outro fator que reforça esse cenário é a diferença da renda familiar média de uma família urbana e de uma família rural. Em 2004, a renda média familiar rural era de R\$ 873,94, representando apenas 45% da renda familiar média urbana, que era de R\$ 1.789,66 (IBGE, 2004).

Esses dados reforçam o motivo pelo qual as operadoras de telefonia móvel não têm interesse em conectar zonas mais rurais. No entanto, com o avanço da agricultura conectada, as zonas rurais estão se tornando mais atrativas para operadoras, uma vez que a fonte de receita delas não são mais somente as pessoas, mas também as máquinas conectadas.

3.3 Tamanho do mercado brasileiro de agricultura em IoT

Este subcapítulo tem como principal função o cálculo do mercado potencial em agricultura conectada no Brasil ao longo do tempo. A importância deste cálculo é mostrar o potencial de receitas que as operadoras podem ter ao longo do tempo. O primeiro passo é calcular qual o volume de receitas relacionadas à agricultura conectada ao longo do tempo. O segundo passo é estimar quanto dessas receitas seriam endereçáveis às operadoras.

O primeiro passo é importante, pois calcular e mostrar quanto que vale o mercado de agricultura conectada no Brasil é uma forma de indicar a todos os envolvidos nesse segmento, sejam eles agricultores, operadoras ou representantes de atividades relacionadas, como esse mercado é relevante. As partes já têm conhecimento de que o mercado agrícola brasileiro é grande e tem potencial, mas mostrar como a Internet das Coisas pode ter um impacto significativo na sua operação é muito importante para o sucesso do projeto.

Apesar de ser um tema muito estudado atualmente, existem poucas projeções para o tamanho do mercado de IoT focado em agricultura. As projeções existentes focam mais no número de conexões do que no impacto das novas atividades ou os estudos são originários de países que não tem uma agricultura forte como a brasileira.

Como já foi destacado anteriormente, o *McKinsey Global Institute* fez uma projeção que ilustra o tamanho do impacto, relacionado à IoT, de diversas verticais da indústria. Uma dessas verticais é a agricultura, que mostrou ter um impacto global de US\$ 478 bilhões no ano de 2025 (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015) e esse número será o ponto de partida dessa análise. Vale destacar que a *McKinsey* está participando do consórcio do Plano Nacional de IoT, iniciativa do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, além do Ministério do Planejamento e Desenvolvimento e Gestão (BNDES, 2016), o que aumenta a credibilidade do número fornecido em seu estudo.

Uma possível forma de estimar qual seria o tamanho deste impacto no Brasil é saber quanto é o tamanho do PIB global relacionado à agricultura e qual é o tamanho do PIB agrícola brasileiro

para podermos ter um *proxy* relevante para o cálculo do impacto da agricultura conectada no Brasil. É importante ressaltar aqui que as atividades relacionadas a agricultura, como insumos, agroindústria e serviços, não foram considerados no PIB agrícola brasileiro, sendo considerada apenas a sua produção. De acordo com informações do The World Bank, a produção agrícola representa 4% do PIB global (2017). Esse número será assumido como constante ao longo desta análise e ele será utilizado como um fator multiplicador do PIB global para a estimativa do PIB global relacionado à produção agrícola.

Para calcular qual a é a participação brasileira no PIB agrícola global, serão utilizadas as seguintes fontes de informação:

- Dados do CEPEA sobre a produção agrícola brasileira. O CEPEA faz parte do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ), parte integrante da Universidade de São Paulo. O único setor considerado foi o setor primário agrícola, não entrando os outros setores apresentados no documento, pois, apesar de fazerem parte de toda a cadeia agrícola, eles não representam a produção agrícola em si;
- Informações sobre a previsão do PIB real global até 2025 provenientes do *Economic Research Service*, que faz parte do USDA;
- Previsões sobre a conversão entre o real e o dólar americano proveniente do *Focus Economics*.

Como não existe uma previsão sobre as informações do CEPEA para os anos futuros dentro da base de dados, exceto a previsão para 2017, o autor deste estudo utilizou-se da fórmula TREND do Excel para fazer uma previsão simples dos dados, considerando sempre um horizonte de tempo rolante de cinco anos. O método empregado por essa fórmula é o método dos mínimos quadrados. Existe, também, uma falta de dados no caso da previsão da conversão entre o real e o dólar americano. Como o cálculo da conversão envolve diversos fatores político econômicos, muito mais imprevisíveis do que os fatores relacionados à produção agrícola, o mesmo valor da última conversão projetada pelo *Focus Economics*, que foi o ano de 2021, foi utilizada para os anos seguintes.

A Tabela 5 abaixo, mostra as informações descritas acima. Para o cálculo do indicador “PIB Global – Agricultura” foi feita a multiplicação entre o PIB Global e a porcentagem de 4% citada anteriormente. Para o cálculo da representatividade foi utilizada a conversão entre o real e o

dólar americano, além do PIB agrícola brasileiro e o global. A representatividade brasileira, ao longo do período analisado, ficou na casa dos 2%.

Tabela 5 – PIB agrícola global e brasileiro

Indicador / Ano	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Conversão Real / Dólar	3,18	3,31	3,43	3,53	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
PIB Global (bi US\$)	78.224	80.454	82.816	85.277	87.773	90.295	92.889	95.567	98.338
PIB Global - Agricultura (bi US\$)	3.129	3.218	3.313	3.411	3.511	3.612	3.716	3.823	3.934
PIB Brasil - Agricultura (bi R\$)	230	231	250	266	275	288	304	315	328
Representatividade brasileira	2,3%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,3%	2,3%

Fonte: USDA (2016), CEPEA (2017), *Focus Economics* (2017) e elaboração própria do autor

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (MAPA), o Brasil é um dos maiores países exportadores do mundo de soja, café açúcar e milho e possui 7% de participação no mercado global agropecuário (MAPA, 2017), que inclui vendas relacionadas à pecuária. Com base nessas informações, a estimativa de que a representatividade brasileira na agricultura é de apenas 2% parece não representar efetivamente o papel que o Brasil tem neste mercado. Dado a uma limitação de fontes estruturadas de dados e de dados que analisem os mesmos parâmetros, existe uma dificuldade em calcular com precisão qual é a representatividade brasileira nesse mercado.

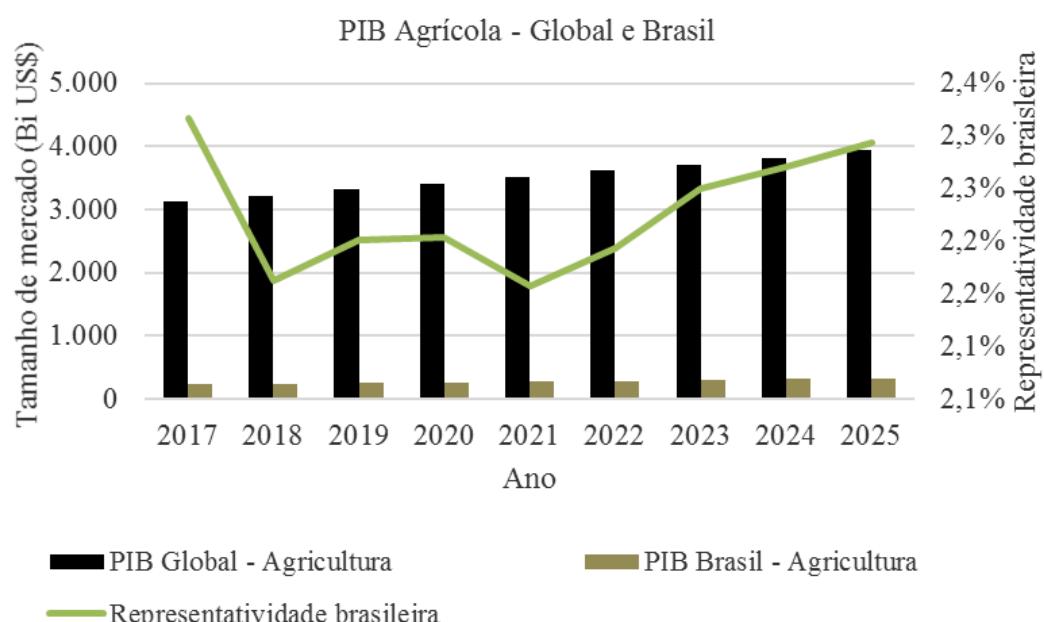
Para o escopo deste estudo, considerando que o objetivo é mostrar um plano de negócios para a entrada no mercado de agricultura conectada, utilizar uma estimativa baixa para esse mercado é válido. Caso o plano de negócios se mostre válido e rentável para as operadoras mesmo com uma representatividade estimada pessimista, o resultado do plano também seria positivo com estimativas mais próximas à realidade.

A análise da Figura 6 abaixo permite verificar que a representatividade brasileira no mercado global de agricultura varia pouco ao longo do tempo. A diferença entre o ano de maior representatividade, 2017, e o ano de menor representatividade, 2021, é de apenas 0,16 pontos

percentuais. A partir de 2021 em diante, é possível notar uma tendência de crescimento da participação brasileira.

Ainda sobre a Figura 6, é possível notar variações entre crescimento e decrescimento da participação brasileira ao longo do tempo entre os anos de 2018 e 2021. Considerando os planos que o MAPA desenvolveu, Agro + e Plano Agrícola e Pecuário, é esperado o fortalecimento dessa indústria no Brasil, o que seria refletido nos resultados da sua produção. Esse é um mais um indicativo de que os dados relacionados à representatividade brasileira podem estar subestimados.

Figura 6 – PIB Agrícola e a representatividade brasileira



Fonte: USDA (2016), CEPEA (2017), *Focus Economics* (2017) e elaboração própria do autor

Com essas informações disponíveis, é possível estimar o quanto dos US\$ 478 bilhões de impacto, em 2025, projetado pelo *McKinsey Global Institute* seriam referentes ao mercado brasileiro. No último ano da projeção, é estimado que o impacto da agricultura conectada no Brasil será de US\$ 10,97 bilhões.

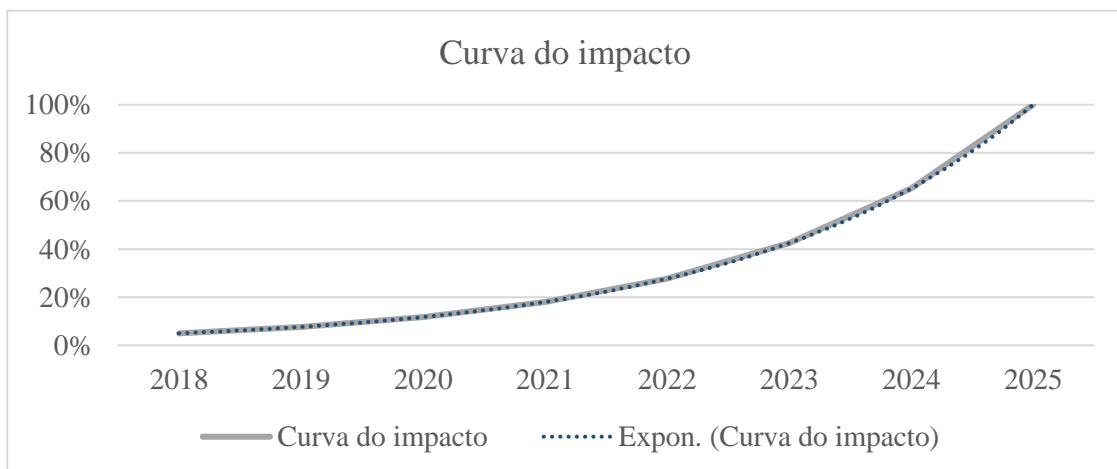
Para continuar a análise, é necessário desenvolver uma projeção de como seria o impacto anual da agricultura conectada no Brasil até o ano de 2025. É esperado que a adoção da tecnologia relacionada à IoT, juntamente com o desenvolvimento de uma infraestrutura necessária e de

modelos de negócios que pautarão as atividades econômicas, comece de forma mais lenta e passem a crescer de forma mais rápida com o passar do tempo.

Para tal, foi considerado que, em 2025, o impacto seria de 100%, ou seja, de US\$ 10,97 bilhões. Foi arbitrado que em 2018, o primeiro ano, o impacto gerado seria apenas 5% do total e, com base nesse valor, foi determinada uma curva do impacto ao longo do tempo. Foi determinado um CAGR de 53,4% no período, o que indica um aumento de mais de 50% de um ano para o outro durante todo os anos considerados.

A Figura 7 abaixo mostra a curva do impacto do IoT na agricultura e a sua aderência a uma curva exponencial. A adoção de novas tecnologias, mesmo as que trazem aumento de lucros para os agricultores, começa de forma lenta e vai aumentando com o passar do tempo, devido à curva de aprendizado da utilização da nova tecnologia associada às práticas já estabelecidas na operação (USDA, 2016a). Considerando esse fato, a curva de adoção criada se mostra coerente e plausível.

Figura 7 – Curva do impacto do IoT na agricultura brasileira



Fonte: Elaboração própria do autor

3.3.1 *Tamanho do mercado endereçável às operadoras*

É necessário destacar que o impacto estimado que o IoT terá na agricultura brasileira envolve por exemplo, tanto aumento da produtividade, desenvolvimento de novas atividades e mercados, quanto ao mercado diretamente relacionado ao IoT. Ou seja, dos US\$ 10,97 bilhões estimados, apenas parte disso é endereçável ao mercado de Internet das Coisas, podendo incluir

prestação de serviços, venda de softwares ou produtos. Além disso, é importante que seja determinado quanto deste último mercado é endereçável às operadoras de telefonia móvel.

Um estudo do *Global McKinsey Institute*, estimou que, em 2025, os ganhos com aumento de produtividade das lavouras podem chegar até US\$ 338 bilhões (2015). Sabendo que o impacto total estimado por eles foi de US\$ 478 bilhões, é possível verificar que, aproximadamente, 71% do impacto é diretamente relacionado com o aumento de produtividade, sendo possível estimar que 29% do restante do impacto é diretamente relacionado ao mercado de IoT.

Além disso, é importante estimar quanto deste mercado é endereçável às operadoras de telefonia móvel, que são o objeto de estudo deste projeto. O mercado de IoT é muito complexo e envolve diversas atividades ou serviços para sua operação. O desenvolvimento de aplicações, serviços relacionados à conectividade e serviços de valor agregado são alguns exemplos de atividades possíveis dentro deste cenário. A Tabela 6 a seguir mostra a participação de cada um dos tipos de serviço dentro do mercado de IoT:

Tabela 6 – Participação por tipo de serviço

Camada de serviço	Porcentagem do mercado
Aplicações & VAS	44%
Plataforma de aplicações	14%
Gestão da conectividade	6%
Conectividade	14%
Aparelhos	22%

Fonte: *Machina Research* (2017) e elaboração própria do autor

No caso da agricultura, os serviços de valor agregado, ou VAS, tendem a ser mais especializados, o que torna a entrada das operadoras mais difíceis nesse tipo de serviço (MACHINA RESEARCH, 2017). No entanto, como já foi destacado nos casos de uso explorados na revisão bibliográfica, as operadoras conseguem competir neste serviço. Considerando essa atividade como endereçável às operadoras, além das atividades mais óbvias, que são conectividade e gestão da conectividade, foi estimado que as operadoras podem capturar 64% do mercado de IoT. É evidente que seu ramo principal de atuação possui 20% do

mercado e que é muito mais fácil atuar nesse segmento, mas não é possível descartar os serviços de valor agregado do mercado endereçável. A Tabela 7 a seguir, com base no impacto de US\$ 478 bilhões em 2025, indica o mercado para as operadoras ao longo do tempo.

Para a construção da Tabela 7, foram calculados o impacto do IoT na agricultura brasileira, quanto deste impacto é diretamente relacionado ao IoT e, finalmente, quanto deste é endereçável às operadoras de telefonia móvel. O mercado, em 2025, que é endereçável às operadoras é de R\$ 7,4 bilhões.

Tabela 7 – Mercado endereçável às operadoras de telefonia móvel

Indicadores	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Conversão Real / Dólar	3,31	3,43	3,53	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
Curva de adoção	5,0%	7,7%	11,8%	18,1%	27,7%	42,5%	65,2%	100,0%
Representatividade brasileira	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,3%	2,3%
Impacto IoT – Agric. Brasileira (bi US\$)	11,1	10,3	10,5	10,5	10,3	10,5	10,8	10,8
Impacto IoT – Agric. Brasileira (bi R\$)	35,2	34,2	36,1	37,2	37,4	38,1	39,0	39,4
Porcentagem relativa diretamente ao IoT	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Endereçável diretamente ao IoT (bi R\$)	0,5	0,8	1,3	2,0	3,1	4,8	7,4	11,5
Porcentagem relativa às operadoras	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%
Endereçável às operadoras (bi R\$)	0,3	0,5	0,8	1,3	2,0	3,1	4,8	7,4

Fonte: *Focus Economics* (2017), *Machina Research* (2017) e elaboração própria do autor

3.3.2 Comentário adicional

Perto do final da entrega deste projeto, o autor encontrou uma apresentação de Carlos da Costa, que é diretor da Área de Planejamento e Pesquisa do BNDES, realizada na Futurecom 2017, a maior feira de Tecnologia da Informação e Comunicação da América Latina (FUTURECOM, 2017). Durante sua apresentação, que tinha como objetivo apresentar oficialmente o lançamento do Plano Nacional de IoT, Carlos mostrou estimativas do impacto que o IoT sob cada uma das áreas prioritárias do plano, incluindo a área Rural, que teria um impacto na faixa de 5 a 21 bilhões de dólares em 2025 (BNDES, 2017). Utilizando a conversão de real para dólar, em

2025, presente na Tabela 5, o valor estimado para essa área fica entre R\$ 18,2 bilhões e R\$ 76,2 bilhões.

O impacto total do IoT na agricultura brasileira em 2025, que foi estimado em R\$ 39,4 bilhões (Tabela 5), não pode ser diretamente comparado ao número mostrado na apresentação, pois o último inclui atividades relacionadas à agropecuária também. Para verificarmos se a estimativa aqui feita é plausível, devemos estimar quantos porcento do Rural é relacionado à agricultura.

Para realizar tal estimativa, será comparada, no ano de 2025, as produções primárias relacionadas à agricultura com as produções relacionadas à pecuária. O valor obtido será assumido como participação da Área Rural considerada no Plano de IoT. Com base nas informações do CEPEA sobre produção primária e na utilização do mesmo modelo de previsão utilizado anteriormente para calcular a previsão dos PIBs, a Tabela 8 a seguir foi calculada:

Tabela 8 – Comparaçāo agricultura e pecuária

Indicador	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PIB Brasil - Pecuária (bi R\$)	107	109	112	1157	117	120	122	125	128
PIB Brasil - Agricultura (bi R\$)	230	231	250	266	275	288	304	315	328
Participação da agricultura (%)	68	68	69	70	70	70	71	72	72

Fonte: CEPEA (2017) e elaboração própria do autor

Considerando 72% de participação da agricultura, o intervalo estimado para o impacto total do IoT na agricultura brasileira, em 2025, é 13,1 e 54,9 bilhões de dólares americanos. Essa conta indica que os cálculos feitos anteriormente consolidaram uma estimativa razoável sobre o impacto que o mercado de agricultura inteligente estará sujeito no futuro devido ao IoT.

3.4 Estudo da implantação por estado

Este subcapítulo tem uma grande relevância dentro do estudo, pois é nele que será desenvolvido o planejamento da cobertura a ser realizado pelas operadoras ao longo do tempo. A cobertura, projetada em número de ERBs, servirá como referência para calcular os principais drivers do custo do projeto: custo de aquisição da ERB e custo de manutenção ao longo do tempo.

O horizonte de tempo considerado na instalação das ERBs é de cinco anos e a extensão da cobertura projetada é nacional. Para segmentar a análise, o território brasileiro foi dividido em

seus estados, sendo considerados parâmetros locais para obter um plano estadual de cobertura que seja mais factível dada a realidade de cada estado.

O primeiro passo desta análise é obter dados referentes à produção agrícola e área plantada em cada um dos estados brasileiros. A Tabela 9 a seguir mostra, por estado, área plantada, área colhida, valor da produção, juntamente com a porcentagem que cada estado representa do total. Além disso, a diferença entre a área plantada e a área colhida, que é chamada na tabela de Área desperdiçada, indica perdas produtivas por diversos motivos, sendo esta uma medida do desperdício acumulado em cada estado. Todos os dados são referentes ao ano de 2016 e a ordem dos estados é baseada na no valor decrescente da produção.

A análise da Tabela 9 abaixo mostra uma certa concentração da agricultura em alguns determinados estados. Os cinco estados com maior valor produzido (São Paulo, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais) concentram mais de 67% do total do valor produzido no país todo em mais de 63% da área plantada total. Os 20 estados com menor valor produzido representam 21% do valor total produzido e 23% da área total plantada.

Tabela 9 – Dados de área plantada, colhida e valor da produção por estado

Estado	Área plantada (km ²)	Área colhida (km ²)	Valor da produção (Mi R\$)	% Área plantada	% Área colhida	% Valor da produção	Área desperdiçada (km ²)	Desperdiçada dividida pela Plantada
SP	86.303	86.232	52.116	11%	11%	16,42%	71,1	0%
MT	145.510	142.971	43.699	19%	19%	13,77%	2539,56	2%
PR	106.910	106.633	39.917	14%	14%	12,57%	277,86	0%
RS	89.340	88.699	38.413	12%	12%	12,10%	641,11	1%
MG	55.341	53.731	38.080	7%	7%	12,00%	1610,11	3%
GO	63.457	60.493	23.976	8%	8%	7,55%	2963,3	5%
BA	46.120	43.487	15.690	6%	6%	4,94%	2633,44	6%
MS	49.455	48.994	15.390	6%	7%	4,85%	460,94	1%
SC	15.778	15.733	10.797	2%	2%	3,40%	44,98	0%
PA	14.015	13.993	7.891	2%	2%	2,49%	21,97	0%
ES	6.201	6.176	5.344	1%	1%	1,68%	24,84	0%
TO	12.325	12.001	3.325	2%	2%	1,05%	324,24	3%
PE	8.541	5.794	3.059	1%	1%	0,96%	2746,76	32%
MA	16.241	16.106	3.022	2%	2%	0,95%	135,13	1%

Estado	Área plantada (km ²)	Área colhida (km ²)	Valor da produção (Mi R\$)	% Área plantada	% Área colhida	% Valor da produção	Área desperdiçada (km ²)	Desperdiçada dividida pela Plantada
RO	6.263	6.080	2.632	1%	1%	0,83%	182,76	3%
AL	4.520	4.010	1.999	1%	1%	0,63%	510,87	11%
CE	14.381	14.356	1.951	2%	2%	0,61%	24,8	0%
PI	14.911	13.436	1.728	2%	2%	0,54%	1474,77	10%
AM	1.066	1.027	1.442	0%	0%	0,45%	38,68	4%
PB	3.621	3.324	1.424	0%	0%	0,45%	297,57	8%
RJ	1.240	1.239	1.274	0%	0%	0,40%	0,39	0%
RN	2.802	2.041	1.265	0%	0%	0,40%	760,24	27%
SE	3.640	2.653	995	0%	0%	0,31%	986,9	27%
DF	1.665	1.664	764	0%	0%	0,24%	0,7	0%
AC	1.073	1.065	580	0%	0%	0,18%	7,56	1%
RR	636	613	499	0%	0%	0,16%	23,56	4%
AP	377	362	184	0%	0%	0,06%	14,19	4%

Fonte: IBGE (2017d) e elaboração própria do autor

É possível notar, também, a presença de alguns estados onde a área desperdiçada representa uma porcentagem muito alta da área total plantada, como por exemplo Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Alagoas e Piauí, que possuem os piores resultados. Apesar de todos esses estados pertencem a região nordeste do Brasil, onde o clima é o menos favorável para a realização de atividades agrícolas, é possível que boa parte da razão desse desperdício esteja relacionado a más práticas e técnicas empregadas.

A ideia de analisar essa tabela tem o objetivo de separar estes estados em três grandes grupos, com base em seus valores totais produzidos. A cada um desses grupos será proposto um plano diferente de implantação de ERBs em relação ao tempo de implantação da cobertura celular. A Tabela 10 abaixo mostra qual estado pertence a qual grupo e qual é o ritmo de implantação das ERBs.

Os estados que possuem mais de 10% do valor total produzido foram incluídos no Grupo 1 e representam 67% do total do valor da produção, os estados que tem uma participação entre 1% e 10% foram alocados no Grupo 2 e juntos representam 26% do valor total e, por fim, o Grupo 3 é composto pelos estados restantes e somam apenas 7% do valor da produção. Os tempos de

implantação das ERBs para o Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3 são, respectivamente, cinco, seis e sete anos.

Tabela 10 – Grupos e planos de implantação de ERBs

Grupo	Estados	% Valor da produção	Plano de implantação (%)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	SP, MT, PR, RS, MG	67%	20	40	60	80	100	100	100	100
2	GO, BA, MS, SC, PA, ES, TO	26%	17	33	50	67	83	100	100	100
3	PE, MA, RO, AL, CE, PI, AM, PB, RJ, RN, SE, DF, AC, RR, AP	7%	14	29	43	57	71	86	100	100

Fonte: IBGE (2017d) e elaboração própria do autor

Cada um dos estados possui uma área diferente a ser coberta, logo o número de ERBs planejados para um determinado estado dependerá diretamente de sua área plantada e da frequência utilizada para cobertura. De acordo com o GSMA (2015b), as frequências baixas, abaixo de 1 GHz, são mais adequadas para fazer cobertura rural, pois elas conseguem ter uma área de cobertura maior se comparada com frequências mais altas, fazendo com que menos ERBs sejam necessárias para cobrir uma determinada área, diminuindo o custo total do projeto.

No Brasil, em 2012, as operadoras de telefonia móvel participaram de uma licitação para a compra de espectro. Neste processo, as operadoras adquiriram, por R\$ 2,93 bilhões, o direito de utilizar a frequência de 2,3 GHz e 450 MHz, sendo a última indicada para cobertura rural devido ao seu longo alcance (ANATEL, 2012). Considerando esses fatos, a frequência de 450 MHz será utilizada como referência para o cálculo de quantas ERBs serão necessárias por estado.

Em 2006, foi realizada uma pesquisa para comparar a cobertura fornecida por antenas utilizando a frequência de 450 MHz e 3,5 GHz em diversos tipos de ambiente. De acordo com Javornik et al. (2007) , o raio de cobertura que a frequência de 450 MHz consegue fornecer em um ambiente rural com algumas barreiras para propagação de ondas, como montanhas ou alta

densidade de árvores, por exemplo, é de 15 km. Esse valor será utilizado como base dos cálculos do número de ERBs que deverão ser instaladas ao longo dos anos. Vale destacar que o modelo de cobertura utilizado para telecomunicação é hexagonal e não circular (TELECO, 2010), fazendo com que a área coberta estimada, nesse caso, seja formada por seis triângulos equiláteros de lado 15 km.

A área plantada, por estado, utilizada no cálculo do número de ERBs não foi a mesma área apresentada na Tabela 9. A área apresentada nesta tabela é a área existente em 2016 e, de acordo com o MAPA (2017a), a área plantada de grãos nos próximos anos aumentará em 17,3% nos próximos anos. Considerando outras culturas e os planos mais agressivos do Governo em relação ao agronegócio, foi considerado que a área plantada vai aumentar em 20% em todos os estados.

Além disso, a estimativa do número de ERBs necessárias para cobrir determinada área plantada é inferior ao número de ERBs efetivamente necessárias, pois a estimativa considera que toda a área está concentrada em apenas um lugar. Nesse sentido, foi empregado um fator de correção multiplicador 3 no número total de ERBs para tentar amenizar o problema citado. Com base em uma área de cobertura de 586,6 km², no plano de cobertura e nas premissas acima citadas, a Tabela 11 foi calculada e está indicada abaixo.

Tabela 11 – Número de ERBs do plano de cobertura por estado

Estado	Área plantada corrigida (km ²)	Número de ERBs							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
SP	107.879	111	222	333	444	555	555	555	555
MT	181.888	189	375	561	747	936	936	936	936
PR	133.638	138	276	414	549	687	687	687	687
RS	111.675	117	231	345	459	576	576	576	576
MG	69.177	72	144	216	285	357	357	357	357
GO	79.321	69	138	204	273	342	408	408	408
BA	57.650	51	99	150	198	249	297	297	297
MS	61.818	54	108	159	213	267	318	318	318
SC	19.723	18	36	51	69	87	102	102	102
PA	17.518	15	30	45	60	75	90	90	90
ES	7.751	9	15	21	27	36	42	42	42

Estado	Área plantada corrigida (km ²)	Número de ERBs								
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
TO	15.407	15	27	42	54	66	81	81	81	
PE	10.676	9	18	24	33	42	48	57	57	
MA	20.301	15	30	45	60	75	90	105	105	
RO	7.829	6	12	18	24	30	36	42	42	
AL	5.651	6	9	15	18	21	27	30	30	
CE	17.976	15	27	42	54	66	81	93	93	
PI	18.638	15	30	42	57	69	84	96	96	
AM	1.332	3	3	3	6	6	6	9	9	
PB	4.526	6	9	12	15	18	21	24	24	
RJ	1.550	3	3	6	6	6	9	9	9	
RN	3.502	3	6	9	12	15	18	18	18	
SE	4.550	6	9	12	15	18	21	24	24	
DF	2.081	3	6	6	9	9	12	12	12	
AC	1.341	3	3	3	6	6	6	9	9	
RR	795	3	3	3	3	3	6	6	6	
AP	471	3	3	3	3	3	3	3	3	
Total	964.666	957	1.872	2.784	3.699	4.620	4.917	4.986	4.986	

Fonte: IBGE (2017d) e elaboração própria do autor

Como mostra a Tabela 11 acima, foram estimadas 4.989 ERBs no total. De acordo com o Teleco, que utiliza a base de dados da Anatel para a consolidação de seus dados, no terceiro trimestre do ano de 2017 haviam 75.969 ERBs instaladas por todo o território nacional, considerando apenas as operadoras Claro, TIM, Oi e Vivo (TELECO, 2017). O número de ERBs planejado representa 6,6% do total de ERBs instaladas atualmente e parece ser um número plausível dado ao grande alcance de cobertura devido ao terreno rural e à frequência de 450 MHz utilizada no plano, apesar do tamanho da área rural a ser coberta é grande.

As aplicações utilizadas na agricultura conectada exigem pouco da capacidade das ERBs, pois não são casos onde é necessária a utilização de uma comunicação em tempo real ou muito frequente e, também, o volume de informações transmitidas não é alto. Por exemplo, no caso da agricultura de precisão, os sensores necessitam enviar dados apenas algumas vezes por dia,

não sobrecarregando as redes. Nesse sentido, foi considerado que os baixos volumes de dados gerados da utilização de soluções conectadas não sobrecarregarão a capacidade das redes.

3.5 Análise da financeira por estado

Neste subcapítulo serão estimados os custos e as receitas relacionados a cada um dos estados para que seja feita uma avaliação financeira através do valor presente líquido para a verificação da atratividade por estado.

As operadoras que participaram da licitação do espectro de 450 MHz em 2012 conseguiram comprar licenças para a utilização dessa frequência. Porém, elas não podem utilizar essas frequências em qualquer lugar. A licença para operar determinada faixa de espectro foi dividida por estado. Logo, cada uma das operadoras tem a possibilidade de operar essa frequência em um determinado grupo de estados (TELECO, 2016). A Tabela 12 abaixo mostra qual operadora tem permissão para operar a frequência em questão por estado:

Tabela 12 – Licença do 450 MHz por estado

Operadora	Estados
Claro	AC, AM, AP, BA, Grande SP, MA, PA, RO, RR e TO
Oi	DF, GO, MS, MT e RS
TIM	ES, PR, RJ e SC
Vivo	AL, CE, MG, PB, PE, PI, RN, SE e SP (Interior)

Fonte: Teleco (2016) e elaboração própria do autor

3.5.1 Análise dos custos

Existem dois grandes tipos de custo relacionados a uma estação rádio base. O primeiro tipo de custo é o que será chamado de custo de aquisição, que envolve a compra do local da instalação, a compra dos materiais e da mão de obra empregada na instalação dos diversos sistemas. O segundo tipo de custo será chamado de custo de operação, e ele inclui aspectos como a conta de luz daquela ERB específica e manutenção do local e dos aparelhos.

A implantação de uma estação rádio base é uma atividade complexa e multidisciplinar. Ela envolve atividades como escolha e compra do local onde a torre será instalada, construção da infraestrutura necessária para a operação cotidiana na ERB, incluindo aspectos civis e elétricos,

por exemplo, a colocação da torre onde as antenas e rádios serão instalados e a instalação dos equipamentos de telecomunicação propriamente ditos. Além de tudo isso, ainda existe uma parte burocrática relacionada à Anatel e também análises mais técnicas sobre interferência nas ondas eletromagnéticas e cobertura (JUNQUEIRA & MARTINS, 2009).

Dada essa complexidade, a confidencialidade de preços relacionados aos equipamentos técnicos e à torre, além da variação de preços nos diferentes estados, como por exemplo a compra de terreno, os custos de aquisição serão determinados com base nos preços de venda de rádio bases prontas e já operantes. Por fim, os custos de manutenção serão estimados como uma porcentagem do custo de aquisição.

No site do Teleco, é possível encontrar informações sobre a venda de ERBs prontas, incluindo número de ERBs envolvidas, quem são o comprador e o vendedor, e qual foi o custo de aquisição destas torres (TELECO, 2017). A média ponderada desses valores, utilizando todas as transações com número de ERBs e valor total desde 2012, será considerado como o custo de aquisição de uma estação rádio base neste estudo. O valor de US\$ 187.886,35 será utilizado como valor padrão, variando apenas de acordo com a conversão entre dólar e real do ano da instalação das ERBs.

Os custos de manutenção também podem variar muito de estado para estado e o preço cobrado por serviços como manutenção e administração do site pode variar muito do relacionamento entre a operadora, o local e o prestador do serviço. Dessa forma, para as análises a seguir será considerado que os custos de manutenção serão 10% dos custos de aquisição estimado para aquele ano. A Tabela 13 a seguir resume, de acordo com o planejamento de ERBs por estado e das premissas de custo citadas acima, os custos de manutenção e aquisição de cada uma das ERBs ao longo do tempo.

Tabela 13 – Custos de aquisição e manutenção por estado

Estado	Custo de aquisição e manutenção anuais (mi R\$)								
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
SP	76,0	85,9	95,8	106,0	113,6	37,9	37,9	37,9	
MT	129,4	144,1	160,7	177,8	192,8	63,8	63,8	63,8	
PR	94,5	106,8	119,1	129,5	141,0	46,9	46,9	46,9	
RS	80,1	88,4	98,6	109,1	119,1	39,3	39,3	39,3	
MG	49,3	55,7	62,1	66,5	73,5	24,4	24,4	24,4	

Custo de aquisição e manutenção anuais (mi R\$)								
Estado	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
GO	47,2	53,4	57,4	65,7	70,4	72,9	27,8	27,8
BA	34,9	37,3	43,8	46,2	51,8	53,0	20,3	20,3
MS	37,0	41,8	44,4	51,4	55,0	56,5	21,7	21,7
SC	12,3	13,9	13,3	17,0	18,2	17,2	7,0	7,0
PA	10,3	11,6	12,9	14,3	15,3	16,4	6,1	6,1
ES	6,2	4,8	5,4	5,9	8,6	7,0	2,9	2,9
TO	10,3	9,5	12,7	11,9	12,7	15,8	5,5	5,5
PE	6,2	7,0	5,6	8,4	9,0	7,4	10,0	3,9
MA	10,3	11,6	12,9	14,3	15,3	16,4	17,4	7,2
RO	4,1	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	7,0	2,9
AL	4,1	2,5	5,0	3,3	3,5	5,9	4,1	2,0
CE	10,3	9,5	12,7	11,9	12,7	15,8	14,5	6,3
PI	10,3	11,6	10,8	14,1	12,9	16,0	14,7	6,5
AM	2,1	0,2	0,2	2,5	0,4	0,4	2,7	0,6
PB	4,1	2,5	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	1,6
RJ	2,1	0,2	2,4	0,4	0,4	2,7	0,6	0,6
RN	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1	3,3	1,2	1,2
SE	4,1	2,5	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	1,6
DF	2,1	2,3	0,4	2,7	0,6	2,9	0,8	0,8
AC	2,1	0,2	0,2	2,5	0,4	0,4	2,7	0,6
RR	2,1	0,2	0,2	0,2	0,2	2,5	0,4	0,4
AP	2,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	655,2	710,8	790,3	876,5	943,4	538,0	387,2	340,1

Fonte: Elaboração própria do autor

A Tabela 13 mostra os custos de manutenção e de aquisição consolidados por ano e por estado. O custo de aquisição só é considerado no ano onde a ERB é construída e o custo de manutenção é cobrado sobre todas as ERBs já construídas, incluindo as ERBs construídas no mesmo ano. Como era esperado, os custos nos anos iniciais são maiores devido a manutenção das estações simultaneamente com a construção de mais estações. O custo máximo estimado foi no ano de 2022, onde todas as ERBs do Grupo 1 já estavam construídas e onde as estações finais do Grupo

2 estavam sendo instaladas. Após esse ano, os custos foram bem reduzidos, chegando a valores inferiores a R\$ 400 milhões de reais nos dois últimos anos devido unicamente ao custo de manutenção.

3.5.2 Análise das receitas

A análise das receitas será feita por estados, também, e será baseada no valor do mercado de IoT que é endereçável para as operadoras de telefonia móvel, valor calculado e indicado na Tabela 7. O primeiro passo desse cálculo é dividir esse impacto através de todos os estados. Essa divisão será feita com base no valor da produção de cada um dos estados em relação ao valor da produção total de todos os estados em 2016. Esse indicador está indicado por “% do Valor de produção” na Tabela 9.

Além disso, é necessário estimar quanto que as operadoras vão conseguir capturar deste valor total. Com base na Tabela 6, considerando a conectividade, que representa 20% do valor total dos serviços, foi estimado que a operadora consiga capturar 90% do mercado de conectividade. Em relação aos 44%, relacionados à Aplicações & VAS, foi estimado que as operadoras consigam capturar um sexto deste segmento. Logo, é estimado que as operadoras consigam ter um *Market share* de 39,6% do valor total que é endereçável às operadoras.

Tabela 14 – Receita estimada das operadoras
Receita estimada das operadoras (mi R\$)

Estado	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
SP	20,7	33,4	52,8	81,5	127,2	200,1	309,7	480,1
MT	17,3	28,0	44,3	68,4	106,6	167,8	259,7	402,6
PR	15,8	25,6	40,5	62,5	97,4	153,3	237,2	367,7
RS	15,2	24,6	38,9	60,1	93,7	147,5	228,3	353,9
MG	15,1	24,4	38,6	59,6	92,9	146,2	226,3	350,8
GO	9,5	15,4	24,3	37,5	58,5	92,1	142,5	220,9
BA	6,2	10,1	15,9	24,5	38,3	60,2	93,2	144,5
MS	6,1	9,9	15,6	24,1	37,6	59,1	91,5	141,8
SC	4,3	6,9	10,9	16,9	26,3	41,5	64,2	99,5
PA	3,1	5,1	8,0	12,3	19,3	30,3	46,9	72,7
ES	2,1	3,4	5,4	8,4	13,0	20,5	31,8	49,2
TO	1,3	2,1	3,4	5,2	8,1	12,8	19,8	30,6

Estado	Receita estimada das operadoras (mi R\$)							
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PE	1,2	2,0	3,1	4,8	7,5	11,7	18,2	28,2
MA	1,2	1,9	3,1	4,7	7,4	11,6	18,0	27,8
RO	1,0	1,7	2,7	4,1	6,4	10,1	15,6	24,2
AL	0,8	1,3	2,0	3,1	4,9	7,7	11,9	18,4
CE	0,8	1,2	2,0	3,1	4,8	7,5	11,6	18,0
PI	0,7	1,1	1,8	2,7	4,2	6,6	10,3	15,9
AM	0,6	0,9	1,5	2,3	3,5	5,5	8,6	13,3
PB	0,6	0,9	1,4	2,2	3,5	5,5	8,5	13,1
RJ	0,5	0,8	1,3	2,0	3,1	4,9	7,6	11,7
RN	0,5	0,8	1,3	2,0	3,1	4,9	7,5	11,7
SE	0,4	0,6	1,0	1,6	2,4	3,8	5,9	9,2
DF	0,3	0,5	0,8	1,2	1,9	2,9	4,5	7,0
AC	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	2,2	3,4	5,3
RR	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1,9	3,0	4,6
AP	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,1	1,7
Total	125,8	203,4	321,7	496,7	774,6	1.218,9	1.886,4	2.924,6

Fonte: Elaboração própria do autor

A análise da Tabela 14 mostra como existe uma evolução gradual ao aumento das receitas das operadoras. Isso se deve ao fato da curva de adoção da tecnologia que foi aplicada ao modelo. Como esperado, o valor calculado para o último ano apresenta o maior valor, uma vez que é o único ano onde o impacto do IoT na agricultura é considerado como 100%.

3.5.3 *Valor presente líquido*

Anteriormente foram definidos, por estado e por ano, os custos relacionados ao investimento e as receitas potenciais. Com essas informações, é possível montar, ano a ano, qual é o fluxo de caixa da operação. Para definir o valor presente líquido de cada uma das operações estaduais, é necessário determinar uma taxa mínima de atratividade deste investimento.

Considerando o momento da economia brasileira de diminuição da taxa de juros (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017) e considerando o foco na área Rural no Plano Nacional de IoT,

foi determinada uma taxa mínima de atratividade de 18%. A Tabela 15 abaixo indica, por estado, qual é o fluxo de caixa do investimento e qual é o valor presente líquido da operação.

Os valores do fluxo de caixa foram determinados pela diferença entre a receita estimada das operadoras e os custos associados a cada uma das operações estaduais. O valor presente líquido foi calculado com base em fórmulas do *Microsoft Excel*. Na Tabela 15, a utilização de parêntesis nos números indica valores negativos. Como era esperado, os primeiros anos do projeto apresentam valores negativos, devido ao fato de serem anos com os maiores níveis de investimento devido ao custo de aquisição e ao fato de que o impacto do IoT na agricultura ainda estava em um nível aquém de seu potencial total.

Tabela 15 – Fluxo de caixa e valor presente líquido

Fluxo de caixa (mi R\$)

Estado	Operadora	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Valor presente líquido (mi R\$)
SP	Vivo	(55,4)	(52,5)	(43,0)	(24,5)	13,6	162,2	271,8	442,3	171,8
MT	Oi	(112,1)	(116,1)	(116,4)	(109,5)	(86,1)	103,9	195,8	338,7	(180,9)
PR	TIM	(78,7)	(81,2)	(78,7)	(67,1)	(43,6)	106,4	190,3	320,9	(49,6)
RS	Oi	(64,9)	(63,8)	(59,7)	(49,0)	(25,4)	108,2	189,0	314,6	11,3
MG	Vivo	(34,2)	(31,3)	(23,6)	(6,9)	19,4	121,9	201,9	326,5	158,7
GO	Oi	(37,7)	(38,0)	(33,1)	(28,2)	(11,9)	19,2	114,6	193,1	(5,5)
BA	Claro	(28,7)	(27,3)	(27,9)	(21,7)	(13,5)	7,2	73,0	124,3	(22,8)
MS	Oi	(30,9)	(31,9)	(28,8)	(27,3)	(17,5)	2,6	69,8	120,1	(39,6)
SC	TIM	(8,0)	(7,0)	(2,4)	(0,1)	8,1	24,3	57,2	92,5	49,3
PA	Claro	(7,1)	(6,6)	(5,0)	(2,0)	3,9	13,9	40,7	66,6	26,6
ES	TIM	(4,0)	(1,4)	0,0	2,4	4,4	13,6	28,9	46,4	29,7
TO	Claro	(9,0)	(7,3)	(9,4)	(6,7)	(4,6)	(3,0)	14,2	25,1	(16,5)
PE	Vivo	(5,0)	(5,0)	(2,5)	(3,6)	(1,5)	4,4	8,1	24,3	(1,4)
MA	Claro	(9,1)	(9,7)	(9,9)	(9,6)	(8,0)	(4,8)	0,6	20,7	(29,7)
RO	Claro	(3,1)	(3,0)	(2,5)	(1,6)	0,3	3,6	8,7	21,4	3,3
AL	Vivo	(3,3)	(1,2)	(3,0)	(0,1)	1,4	1,7	7,8	16,4	2,9
CE	Vivo	(9,5)	(8,2)	(10,8)	(8,8)	(7,9)	(8,3)	(2,9)	11,6	(34,7)
PI	Vivo	(9,6)	(10,5)	(9,0)	(11,4)	(8,7)	(9,3)	(4,5)	9,4	(39,2)

Estado	Operadora	Fluxo de caixa (mi R\$)								Valor presente líquido (mi R\$)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
AM	Claro	(1,5)	0,7	1,3	(0,2)	3,1	5,1	5,9	12,7	9,9
PB	Vivo	(3,5)	(1,6)	(1,3)	(0,8)	0,2	2,0	4,8	11,5	(0,0)
RJ	TIM	(1,5)	0,6	(1,1)	1,6	2,7	2,2	7,0	11,1	7,6
RN	Vivo	(1,6)	(1,5)	(1,3)	(0,9)	0,0	1,6	6,3	10,4	2,0
SE	Vivo	(3,7)	(1,9)	(1,8)	(1,5)	(0,8)	0,3	2,2	7,5	(4,6)
DF	Oi	(1,8)	(1,8)	0,4	(1,5)	1,3	0,1	3,7	6,2	0,1
AC	Claro	(1,8)	0,2	0,4	(1,5)	1,0	1,8	0,8	4,7	0,7
RR	Claro	(1,9)	0,1	0,3	0,6	1,0	(0,5)	2,6	4,2	1,4
AP	Claro	(2,0)	(0,1)	(0,0)	0,1	0,2	0,5	0,9	1,5	(0,9)
Total		(529,5)	(507,3)	(468,6)	(379,8)	(168,8)	680,9	1.499,2	2.584,5	50,1

Fonte: Elaboração própria do autor

É possível notar que o valor presente líquido de algumas operações se mostraram negativos, mostrando que, se mantidas as condições e premissas estabelecidas anteriormente, o plano para esses estados não trará o retorno esperado pelas operadoras. Os estados que não conseguiram ter um valor presente líquido positivo foram: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Bahia, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Pernambuco, Maranhão, Ceará, Piauí, Paraíba, Sergipe e Amapá.

É importante notar que o segundo e o terceiro estados com maior valor produzido em 2016 não se provaram como bons investimentos para as operadoras. Além disso, os três maiores estados produtores do segundo grupo também não se mostraram bons investimentos.

Para a construção da Tabela 16 foi criado um indicador que é resultado da divisão entre o valor produzido pela agricultura daquele estado e a sua respectiva área plantada. Esse indicador é um índice de produtividade daquele estado medido em milhões de reais por quilometro quadrado e a média apresentada pelos estados foi de R\$ 0,490 milhões por quilometro quadrado. É possível notar que existe uma certa tendência entre os casos onde o valor presente líquido é negativo e o valor do índice apresentado é menor que a média dos estados.

Tabela 16 – Análise do valor da produção dividido pela área plantada

Grupo	Estado	Operadora	Valor presente líquido (mi R\$)	Valor da produção / Área plantada (mi R\$/km ²)
1	SP	Vivo	171,8	0,604
1	MT	Oi	(180,9)	0,300
1	PR	TIM	(49,6)	0,373
1	RS	Oi	11,3	0,430
1	MG	Vivo	158,7	0,688
2	GO	Oi	(5,5)	0,378
2	BA	Claro	(22,8)	0,340
2	MS	Oi	(39,6)	0,311
2	SC	TIM	49,3	0,684
2	PA	Claro	26,6	0,563
2	ES	TIM	29,7	0,862
2	TO	Claro	(16,5)	0,270
3	PE	Vivo	(1,4)	0,358
3	MA	Claro	(29,7)	0,186
3	RO	Claro	3,3	0,420
3	AL	Vivo	2,9	0,442
3	CE	Vivo	(34,7)	0,136
3	PI	Vivo	(39,2)	0,116
3	AM	Claro	9,9	1,353
3	PB	Vivo	(0,0)	0,393
3	RJ	TIM	7,6	1,028
3	RN	Vivo	2,0	0,452
3	SE	Vivo	(4,6)	0,273
3	DF	Oi	0,1	0,459
3	AC	Claro	0,7	0,540
3	RR	Claro	1,4	0,785
3	AP	Claro	(0,9)	0,489

Fonte: IBGE (2017d) e elaboração própria do autor

Dos dezoito estados que apresentam um índice menor que a média dos estados, treze apresentam valores presentes líquidos negativos e os cinco restantes, positivos. Esses estados são Rio Grande do Sul, Roraima, Alagoas, Rio Grande do Norte e Distrito Federal e, com

exceção do primeiro, todos os estados possuem uma área plantada muito baixa, representando somados menos de 2% da área plantada total. Esse fato influenciou a diminuição do número de ERBs necessárias e, consequentemente, os custos de aquisição e manutenção. Dos nove estados restantes, todos apresentam um valor presente líquido positivo. Esses números mostram como o valor produzido por área de um estado foi determinante para a projeção de sucesso do investimento.

3.6 Atuação no mercado brasileiro

Como foi destacado no capítulo anterior, existem casos onde o valor presente líquido foi positivo, indicando que o projeto vale a pena do ponto de vista financeiro. Para complementar essa análise, esse subcapítulo cobrirá as opções que as operadoras têm para atuar no mercado de agricultura conectada brasileiro.

Para determinar quais são as melhores opções, serão analisadas as áreas onde as operadoras podem atuar e de que forma. Essa análise será exemplificada com alguns casos reais de aplicações que já existem ao redor do mundo. Por fim, será desenhado um modelo de negócios para que as operadoras começem a atuar neste mercado.

3.6.1 *Value added services*

As operadoras de telefonia móvel, além de seus serviços mais conhecidos, possuem outros tipos de serviços que também podem ser oferecidos aos consumidores finais. Esses serviços são conhecidos como *value added services* (VAS) e geram receitas adicionais às operadoras com serviços que agregam valor e benefícios aos seus clientes (GARTNER, 2017). As operadoras têm um papel central na prestação e serviços deste tipo dado o seu alcance e é essencial que eles entendam as necessidades de seus clientes e identificar boas oportunidades de atuação dentro deste mercado (GSMA, 2015a).

Existem dois tipos de modelos de negócio associados ao VAS: o primeiro é um modelo onde as receitas derivam diretamente do serviço prestado e o segundo é um modelo indireto, ou seja, a operadora não tem receita direta do serviço prestado, mas, por outro lado, tem benefícios como o aumento da lealdade de seus clientes, redução da evasão de clientes e aumento no *Market share* (GSMA, 2015a).

Um dos principais motivos que justificam os baixos níveis de produtividade em países em desenvolvimento é a falta de acesso a informações que auxiliariam os agricultores a ter uma melhor gestão de suas plantações, sejam esses aspectos técnicos, como dicas de técnicas ou boas práticas, ou aspectos mais genéricos como a previsão do tempo (GSMA, 2015a). Apesar do Brasil ser um país em desenvolvimento, a agricultura do país é muito forte e competitiva. Porém, ainda existem muitos pequenos agricultores que enfrentam problemas com a profissionalização da gestão de suas lavouras, fazendo com que a produtividade não apresente um nível competitivo.

Uma das possíveis áreas de atuação do VAS é a atuação em problemas relacionados a problemas com produtividade. Além dos casos já citados, é possível destacar outras possibilidades como informações sobre o valor de mercado dos produtos agrícolas, sobre como está o mercado ou ainda sobre novas técnicas. Outra área de atuação possível é em relação aos problemas de ineficiência da cadeia logística, que podem ser desníveis da demanda e da oferta ou ainda problemas com falta de uma infraestrutura adequada para o transporte (GSMA, 2015a).

As formas de fazer a prestação do serviço podem variar e é importante que seja estabelecido um modelo adequado de acordo com as necessidades e perfil dos agricultores da região. É possível entrar em contato com os clientes através de, por exemplo, mensagens de texto, mensagens multimídia, aplicativos para celular, conteúdo online e *interactive voice response* (IVR), que são aqueles sistemas autônomos utilizados em *call centers* sem a necessidade da intervenção humana (GSMA, 2015a).

Vale destacar que, dependendo do perfil dos agricultores da região, cada um dos métodos vai ter uma eficácia diferente. Por exemplo, o GSMA em seu estudo sobre oportunidades com Agri VAS em países em desenvolvimento, incluindo diversos países pobres da Ásia e da África, destacou que os serviços com maior impacto eram os serviços através de voz, uma vez que existem barreiras relacionadas ao analfabetismo dos agricultores. Além disso, cada um dos métodos tem um custo de implantação e manutenção associados (GSMA, 2015a).

É necessário, também, destacar algumas barreiras que existem à prestação desses serviços. De uma maneira geral. Exemplos como os custos altos de obtenção e manutenção de conteúdo para compartilhar, a baixa penetração do uso de celulares, considerando principalmente a camada mais velha da população, e problemas em formar parcerias que sejam benéficas para ambas as partes são apenas alguns exemplos de barreiras que são enfrentadas na implantação deste tipo de serviço, especialmente em países mais pobres (GSMA, 2015a). A proposta do VAS é agregar

valor aos seus clientes através de informações e plataformas relevantes para a sua operação e, como já foi explicitado, existem dois modelos para a prestação desse serviço e eles serão melhor discutidos a seguir.

3.6.1.1 *Modelo direto*

Este modelo de atuação recebeu esse nome, pois as receitas provenientes desse modelo decorrem diretamente da prestação do serviço pela operadora. O consumo do serviço pelo cliente final é sempre feito através do celular, mas a forma como o conteúdo é gerado e enviado ao agricultor pode variar. Dentro do modelo direto, é possível prestar VAS através de um modelo B2C e de um modelo *Business to Business* (B2B).

No modelo B2C, a fonte de receita das operadoras são os próprios clientes finais, que pagam uma taxa periódica para a assinatura do serviço. Nesse caso, as operadoras devem negociar diretamente com os agricultores para alavancar clientes, o que aumenta os custos de marketing iniciais do modelo de negócio. Além disso, em muitos casos, os fazendeiros têm uma renda muito baixa e, consequentemente, estão pouco dispostos ou tem pouca capacidade de pagar pelos serviços. Por fim, existe o risco de que os fazendeiros compartilhem informações entre si, diminuindo as receitas desse tipo de modelo (GSMA, 2015a).

Um bom exemplo deste modelo B2B é o mKisan, na Índia, que provê informações sobre plantações, saúde animal, previsão do tempo e preço dos produtos no mercado mediante a compra de planos que custam US\$ 0,02 por dia modelo (GSMA, 2015a). De acordo com o site do projeto, que é relacionado ao governo indiano, até maio de 2014 o serviço já tinha atendido quase 90 milhões de famílias e, até setembro de 2014, mais de 2,1 bilhões de mensagens já tinham sido enviadas como parte do projeto (DEPARTMENT OF AGRICULTURE & COOPERATION AND FARMERS WELFARE, 2014).

Já no modelo B2B, de acordo com o GSMA, as operadoras de telefonia móvel fazem parcerias com empresas especializadas no ramo de agricultura e atuam como uma plataforma de comunicação entre os agricultores e a empresa parceira. A fonte de receita depende do acordo feito entre a operadora e a empresa, mas o padrão é que as operadoras cobrem da empresa parceira uma taxa por agricultor que é cliente do serviço. As barreiras específicas desse modelo são a dificuldade e a falta de experiência das operadoras em fazer parcerias desse tipo, além do risco de potenciais parceiros da operadora tentarem atuar em contato direto com o cliente, buscando reduzir custos (GSMA, 2015a).

De acordo com o GSMA, a plataforma do modelo B2B permite a expansão de algumas funcionalidades extras em comparação com o modelo B2C. Por exemplo, fazer propagandas de produtos agrícolas no aplicativo, vender de relatórios ou informações específicas sobre uma determinada cultura ou ainda realizar pesquisas para clientes externos e que tem interesse na base de usuários da plataforma são exemplos de utilizações possíveis extras na plataforma (GSMA, 2015a).

A Vodafone, uma grande operadora inglesa, faz parte do *Connected Farmer Alliance*, que tem como parceiros a Agência de Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos (tradução livre) e a TechnoServe. Essa aliança tem como público alvo mais de 500 mil pequenos produtores localizados no Quênia, Tanzânia e Moçambique, e ela busca ajudá-los a aumentar a produtividade e as receitas dessas pessoas através de serviços financeiros, informações relevantes sobre a gestão das plantações e aumentando o contato entre as várias partes da cadeia de suprimentos (TECHNOSERVE, s.d.).

3.6.1.2 *Modelo indireto*

As formas de atingir o mercado no modelo indireto são as mesmas utilizadas no modelo direto. A diferença primordial entre os modelos é que no indireto não existe nenhuma forma de cobrança por parte da operadora, ou seja, ela não tem nenhuma fonte de receita direta desse serviço. O objetivo da operadora é conseguir obter benefícios indiretos decorrentes da prestação do serviço, como por exemplo aumento da lealdade dos clientes, aumento do número de clientes e aumento das receitas.

O grande problema com esse tipo de modelo é conseguir medir se o benefício indireto que a operadora está obtendo é suficiente para abater os custos e, consequentemente, decidir se vale a pena continuar a operar esse tipo de modelo de negócios.

Um bom exemplo da aplicação deste modelo é o caso da Turkcell, onde eles oferecem previsões de tempo de três dias, considerando aspectos como chuvas e risco de geada, preço de venda dos produtos agrícolas, informações sobre boas práticas e técnicas agrícolas. Para ter acesso o serviço gratuito é necessário apenas mandar uma mensagem de texto para começar a receber as informações (TURKCELL, 2014).

3.6.2 *Machine to Machine*

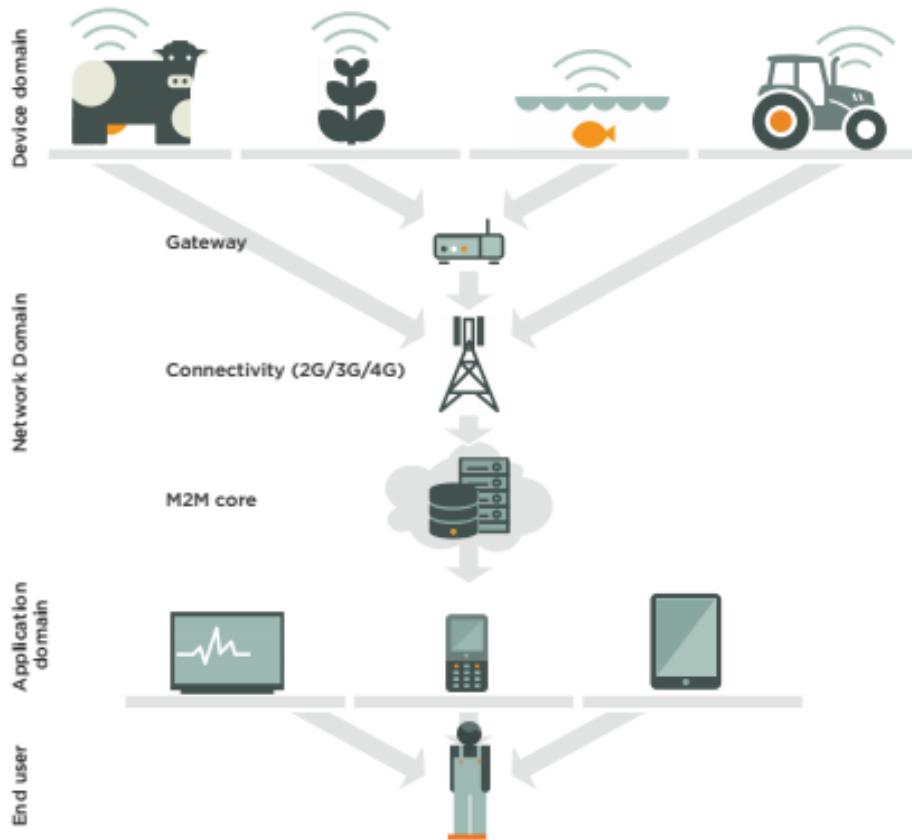
Um outro tipo de aplicação possível das operadoras é atuar no mercado *machine to machine*, mais conhecido como M2M. A denotação é utilizada para indicar a presença de comunicação entre máquinas e outros objetos conectados, que pode acontecer através de diversas tecnologias diferentes, como por exemplo o Bluetooth. No entanto, considerando o foco nas operadoras de telefonia móvel, serão consideradas apenas as tecnologias relacionadas à cobertura celular (GSMA, 2015c).

Esse tipo de aplicação é mais sofisticado que a aplicação de VAS e ela é mais amplamente utilizada em países mais desenvolvidos. As soluções M2M podem atuar diretamente na produtividade da lavoura, fazendo o controle autônomo de equipamentos, permitindo a utilização de técnicas da agricultura de precisão analisando as condições do ambiente. As ineficiências da cadeia de suprimento podem ser reduzidas através de um controle logístico mais integrado e autônomo. O controle de todos esses sistemas pode ser feito através de computadores, celulares ou outros dispositivos que se possam conectar à internet (GSMA, 2015c).

O tamanho do mercado M2M em número de conexões, considerando apenas as através da rede celular, no último trimestre de 2014, era de 246 milhões de dispositivos (GSMA, 2015c). Agora considerando não só conexões celulares, mas também conexões de longo alcance não padronizadas pelo 3GPP, o número de dispositivos conectados em 2016 foi de 400 milhões e, em 2022, a expectativa é que o volume chegue a 2,1 bilhões de dispositivos conectados (ERICSSON, 2017a). Esses dados mostram como o mercado M2M é um mercado que ainda terá um crescimento muito grande no futuro próximo.

A Figura 8 mostra uma representação de como funcionam as soluções M2M de uma maneira geral. Tudo começa no *Device Domain*, que representa o objeto conectado, podendo ser, por exemplo, um sensor ou um rastreador. O objeto é conectado à rede através da tecnologia celular (2G, 3G ou 4G) e passa pelo *Core*, assim como é feito no serviço pessoal móvel, até chegar às plataformas. Essa parte da conectividade é a principal área onde a operadora pode atuar.

Figura 8 – Esquema ilustrativo de uma solução M2M



Fonte: GSMA (2015c)

O *application domain* pode ser acessado através de celulares, computadores ou outros dispositivos e é nele onde se encontra a plataforma, que será utilizada pelo cliente final. É aqui onde os desenvolvedores de programas, softwares e soluções atuam no mercado de M2M. Essa camada é importante para integrar os diversos dispositivos que estão conectados à rede e não necessariamente são interoperáveis. Os clientes finais podem acompanhar diversos indicadores para verificar a performance da produção e ainda tomar decisões mais embasadas em dados reais (GSMA, 2015c).

Os principais usos da tecnologia M2M dentro da agricultura, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, são para o monitoramento de equipamentos, como por exemplo medidores de água, e para a agricultura de precisão.

Um exemplo importante de aplicação é a utilização de sensores e medidores para fazer a gestão da água na plantação. É estimado que a agricultura seja responsável pelo consumo de 70% de toda água potável no mundo e ela ainda desperdiça boa parte da água que utiliza (WWF, s.d.).

No Chile, foi desenvolvido um sistema de irrigação inteligente que utiliza um volume de água de acordo com as necessidades estimadas da planta através de sensores. O criador desse sistema disse que o consumo de água dentro de uma fazenda poderia ser reduzido em até 70% (GSMA, 2015c).

Um outro exemplo de aplicação importante aconteceu na Romênia. Foram instalados diversos sensores para a medição de parâmetros como temperatura e umidade do solo, direção e velocidade do vento e iluminação solar. O objetivo era maximizar a produção e reduzir os custos através do uso de melhores práticas agrícolas com base nos resultados encontrados da análise desses parâmetros. O resultado de um teste mostrou que foi possível reduzir em 40% os custos com a compra de compostos químicos com a utilização destes sistemas, além de diminuir o impacto causado pelas atividades agrícolas (NEC, 2014).

As grandes barreiras desse mercado são os altos custos envolvidos no desenvolvimento de soluções, a cobertura celular deficitária no campo e a falta de conhecimento por parte dos agricultores sobre as vantagens de implantar sistemas desse tipo em suas fazendas (GSMA, 2015c).

3.6.3 O mercado brasileiro

O primeiro passo dessa análise é verificar a aplicabilidade das soluções vistas no Brasil. Isso é importante, pois existem diversas diferenças entre os países abordados, que são determinantes para o desenho de um modelo de negócios que seja mais coerente com a realidade mercado brasileiro.

O Agri VAS é utilizado, principalmente, em países em desenvolvimento, como por exemplo Turquia e Quênia. Apesar do Brasil ser considerado, também, um país em desenvolvimento, os países citados como focos no estudo *Market size and market opportunity for agricultural value-added-services* (GSMA, 2015a) possuem uma população mais consideravelmente mais pobre do que a brasileira. Isso faz com que seja necessária uma análise mais detalhada sobre as condições de cada um dos estados para a avaliação da implantação deste tipo de serviço.

Essa avaliação se faz necessária, principalmente, porque o sucesso do Agri VAS nos outros países se deve a um nível muito alto de desinformação sobre boas práticas agrícolas e a falta de acesso a informações como previsão do tempo, por exemplo (GSMA, 2015a). Essa realidade pode até ser a mesma em algumas fazendas brasileiras, mas esses casos representam uma

porcentagem mais baixa do total de fazendas, pois a agricultura é uma das principais atividades econômicas brasileiras (MAPA, 2017).

Dado esse cenário, criar um programa de VAS que atenda a todas as fazendas de um estado pode não fazer sentido, pois o retorno financeiro poderia ser negativo, dado a baixa receita gerada por usuário deste tipo de serviço (GSMA, 2015a) e uma possível baixa adesão de usuários, que já teriam acesso a informações através de outros meios. A avaliação da situação atual dos agricultores deve ser feita estado a estado para a avaliação da viabilidade financeira desta solução, mas é importante destacar que essa opção de atuação não deve ser descartada imediatamente.

Os estados que apresentaram um alto grau de desperdício de terras na Tabela 9, como Rio Grande do Norte e Sergipe, por exemplo, podem ser bons candidatos a receber os serviços de VAS, porque o alto desperdício é um indicativo de que existe a utilização de práticas agrícolas arcaicas ou ainda falta de informação.

Por fim, considerando que os conhecimentos técnicos de agricultura envolvidos nessa solução não são tão alto quanto os que estão envolvidos nas soluções M2M, é possível que as operadoras possam atuar de forma mais autônoma nesse mercado. Considerando que a porcentagem estimada do mercado de VAS, incluindo as receitas relacionadas à plataforma, é de 44% do total do mercado de IoT (Tabela 6), as operadoras podem enxergar esse mercado como uma boa oportunidade.

Por outro lado, as soluções M2M, dadas as suas características, se mostram mais adequadas ao cenário brasileiro como um todo. Essas soluções são mais sofisticadas, pois podem envolver a análise das condições ambientais em tempo real e fazer o controle autônomo de equipamentos e máquinas, por exemplo, auxiliando o agricultor com aumentos de produtividade, além de diminuir os impactos ambientais (GSMA, 2015c).

Um dos grandes entraves para a adoção em massa da utilização de soluções celulares M2M, além da questão da conectividade que teoricamente já teria sido resolvida pelo planejamento feito sobre a expansão da cobertura celular, é a falta de conhecimento sobre o funcionamento dos sistemas de IoT e de suas vantagens econômicas e operacionais por parte dos agricultores. Caso as operadoras tentem atuar sozinhas nesse mercado, muitos agricultores poderão não acreditar o suficiente na solução a ponto de investir dinheiro para adquiri-la. Além disso, dado à complexidade da solução completa e a falta de expertise das operadoras sobre alguns dos

segmentos da solução (GSMA, 2015c), a atuação isolada das operadoras pode elevar muitos os custos de entrada neste mercado devido aos custos de pesquisa e desenvolvimento envolvidos.

Uma boa forma de poder atuar neste mercado é através de parcerias com empresas que já atuam no ramo da agricultura. A Embrapa, por exemplo, que é uma empresa que foca em construção e disseminação do conhecimento agrícola (EMBRAPA, s.d.) e já faz diversas pesquisas relacionadas à agricultura de precisão, é uma ótima candidata para a parceira de uma operadora de telefonia móvel para entrar no mercado de agricultura conectada.

Outro exemplo de bom candidato é o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), que tem presença em diversos estados brasileiros e que tem como um de seus segmentos principais a agricultura. Em caso de uma formação de parceria com o Sebrae, as operadoras de telefonia móvel teriam o alcance de suas soluções expandido aos clientes do instituto, além de se beneficiar com a expertise em agricultura que eles já possuem.

As parcerias entre diversas entidades no mercado de agricultura são importantes para simplificar o caminho que as empresas devem percorrer até chegar ao mercado, diminui os custos associados à pesquisa e desenvolvimento, auxilia o aumento da padronização dos serviços M2M relacionados à agricultura e do aumento da concentração do mercado (GSMA, 2015c).

3.6.4 *Modelo Canvas*

Dada todas as considerações feitas, neste subcapítulo será proposto um modelo de negócio para que as operadoras entrem no mercado de agricultura inteligente. O modelo será baseado no *Business Model CANVAS*. Os campos pré-definidos com a proposta do modelo estão descritos a seguir:

- Proposta de valor: considerando o mercado M2M, o principal valor a ser entregue pelas operadoras é a integração simples entre os diversos segmentos da operação M2M, como *device domain* e *platform domain*, através da cobertura celular. Considerando o mercado de VAS, fornecer informações precisas aos agricultores sobre melhores práticas agrícolas e informações para auxiliar a gestão das plantações, como por exemplo previsão do tempo para os próximos dias na região, preços dos produtos agrícolas no mercado fazem parte dos serviços de valor agregado que as operadoras podem atuar;

- Segmento de clientes: para o mercado de VAS, os principais clientes são agricultores pequenos, médios e grandes. Considerando o mercado M2M, empresas que se localizam nos segmentos de *device domain*, *platform domain* ou qualquer outra empresa que queira entrar neste mercado e que precise da integração celular para fornecer soluções agrícolas aos agricultores;
- Os canais: considerando as empresas, o primeiro contato pode ser realizado através do site da operadora. Em um segundo momento, após o começo da negociação e do fechamento da parceria, o contato será realizado de forma direta com a equipe de vendas. Considerando os agricultores, o contato poderá ser feito através do aplicativo e do site da operadora ou ainda por mensagens de texto;
- Relacionamento com clientes: considerando as empresas, será feito um acompanhamento periódico das necessidades que as mudanças na operação podem acarretar, de forma a estar sempre presente. Considerando os agricultores, conteúdos diários via app ou mensagens de texto serão enviados para mostrar proximidade com o serviço;
- Atividade-chave: é primordial que as operadoras comprem ERBs para começar a aumentar a cobertura nas zonas rurais brasileiras. Tendo a infraestrutura pronta, é importante que as operadoras consigam se inserir no mercado de agricultura conectada, principalmente através da concretização de parcerias e do desenvolvimento de acordos que sejam benéficos para as partes envolvidas.
- Recursos principais: o principal recurso utilizado são as ERBs instaladas no campo para fazer a cobertura celular local. Outros recursos importantes para o sucesso são os clientes na área coberta e uma boa reputação da marca;
- Parcerias principais: empresas com expertise em agricultura ou atividades relacionadas. Alguns exemplos podem ser Embrapa, Sebrae, empresas de sensores e empresas de previsão do tempo.
- Fontes de receita: a principal fonte de receita das operadoras será advinda da conectividade do mercado M2M. Elas também podem ter receitas relacionadas ao mercado de VAS;
- Estrutura de custos: custos de aquisição e manutenção das ERBs e pesquisa e desenvolvimento

4 CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho era fazer a análise da viabilidade econômica da entrada das operadoras de telefonia móvel no mercado brasileiro. A análise do valor presente líquido, considerando as receitas potenciais e os custos associados à cobertura celular, foi feita para cada um dos estados, mostrando quais estados têm maior potencial para o sucesso do projeto. No final, foi proposto um modelo de negócios de como as operadoras podem atuar no mercado brasileiro.

4.1 Considerações sobre a análise econômica

Vale destacar que apresentar valor presente líquido negativo calculado para alguns dos estados não necessariamente significa que, caso a cobertura celular fosse implementada, o investimento não teria valido a pena. Algumas das informações utilizadas durante as análises são estimativas feitas com os dados disponíveis, o que pode levar a conclusões e resultados que não são os mais precisos, pois a realidade se apresenta de maneira mais complexa. É interessante que as operadoras analisem esses mercados para verificar, com melhor confiabilidade, a situação atual de cada estado e, então, determinar com um maior nível de certeza se o investimento é ou não economicamente benéfico para a empresa.

Além disso, a única vertical analisada neste projeto foi a vertical da agricultura. A cobertura projetada com certeza seria útil para outras verticais, como por exemplo logística, indústria e, principalmente, pecuária devido à sua proximidade com as plantações. Uma análise mais completa, incluindo outras verticais na análise, pode modificar o resultado final da avaliação se o projeto de cobertura vale a pena ou não.

A estratégia de cada operadora também deve ser levada em conta. Mesmo tendo um valor presente líquido negativo, é possível que a operadora quisesse executar o projeto da mesma maneira, pois o mesmo pode estar alinhado com os planos estratégicos da empresa e como ela quer se posicionar neste mercado em crescimento. A análise aqui feita é puramente econômica e é apenas um dos pontos de vista que devem ser analisados quando um projeto deste porte está em discussão.

4.2 Considerações finais

A Internet das Coisas ainda transformará a vida cotidiana em vários sentidos. Considerando as diversas aplicações ao longo das diversas indústrias e os avanços tecnológicos, o mercado relacionado ao IoT será

5 APÊNDICE

5.1 Apêndice 1

A tabela a seguir contém informações sobre a amostra dos artigos final utilizadas para o estudo bibliométrico sobre IoT e a agricultura. Nesta tabela você encontrará as seguintes informações sobre os artigos: título, autores, título da fonte, ano de publicação e número de vezes que o respectivo foi citado dentro de publicações listadas na *Web of Science*.

	Título	Autores	Título da fonte	Ano	Citação
1	A novel methodology for the monitoring of the agricultural production process based on wireless sensor networks	Diaz, SE; Perez, JC; Mateos, AC; Marinescu, MC; Guerra, BB	Computers and Electronics in Agriculture	2011	34
2	Farm management systems and the Future Internet era	Kaloxylas, A; Eigenmann, R; Teye, F; Politopoulou, Z; Wolfert, S; Shrunk, C; Dillinger, M; Lampropoulou, I; Antoniou, E; Pesonen, L; Nicole, H; Thomas, F; Alonistioti, N; Kormentzas, G	Computers and Electronics in Agriculture	2012	27
3	Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: Value creation, sensor portfolio and information fusion	Pang, ZB; Chen, Q; Han, WL; Zheng, LR	Information systems frontiers	2015	21
4	Autonomous tracing system for backward design in food supply chain	Chen, RY	Food Control	2015	4
5	Image acquisition system for agricultural context-aware computing	Xiao, BX; Wang, CY; Guo, XY; Wu, S	International Journal of Agricultural and Biological Engineering	2014	3
6	A Smart Service Model Based on Ubiquitous Sensor Networks Using Vertical Farm Ontology	Sivamani, S; Bae, N; Cho, Y	International Journal of Distributed Sensor Networks	2013	3

	Título	Autores	Título da fonte	Ano	Citação
7	Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture	Ferrandez-Pastor, FJ; Garcia-Chamizo, JM; Nieto-Hidalgo, M; Mora-Pascual, J; Mora-Martinez, J	Sensors	2016	2
8	b plus WSN: Smart beehive with preliminary decision tree analysis for agriculture and honey bee health monitoring	Edwards-Murphy, F; Magno, M; Whelan, PM; O'Halloran, J; Popovici, EM	Computers and Electronics in Agriculture	2016	1
9	Automation of Agriculture Support Systems using Wisekar: Case study of a crop-disease advisory service	Sarangi, S; Umadikar, J; Kar, S	Computers and Electronics in Agriculture	2016	1
10	Interoperable agrometeorological observation and analysis platform for precision agriculture: A case study in citrus crop water requirement estimation	Sawant, Suryakant; Durbha, Surya S.; Adinarayana, Jagarlapudi	Computers and Electronics in Agriculture	2017	0
11	Big Data in Smart Farming - A review	Wolfert, S; Ge, L; Verdouw, C; Bogaardt, MJ	Agricultural Systems	2017	0
12	Monitoring Citrus Soil Moisture and Nutrients Using an IoT Based System	Zhang, XY; Zhang, JW; Li, L; Zhang, YZ; Yang, GC	Sensors	2017	0
13	Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture	Zulkifli, CZ; Noor, NN	Pertanika Journal of Social Science and Humanities	2017	0
14	Overview of digital agriculture: Making growers lives more productive	Esenam, Aniekam	International Sugar Journal	2017	0
15	Modeling Smart Agriculture using SensorML	Arooj, Maha; Asif, Muhammad; Shah, Syed Zeeshan	International Journal of Advanced Computer Science and Applications	2017	0
16	Design and Realization of Greenhouse Sensor Intelligent Management System Based on Internet of Things	Li, Juanjuan	International Journal of Online Engineering	2017	0

	Título	Autores	Título da fonte	Ano	Citação
17	Internet of Things Platform for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt	Jayaraman, PP; Yavari, A; Georgakopoulos, D; Morshed, A; Zaslavsky, A	Sensors	2016	0
18	A Testbed to Evaluate the FIWARE-Based IoT Platform in the Domain of Precision Agriculture	Martinez, R; Pastor, JA; Alvarez, B; Iborra, A	Sensors	2016	0
19	Internet of Things based Expert System for Smart Agriculture	Shahzadi, R; Ferzund, J; Tausif, M; Suryani, MA	International Journal of Advanced Computer Science and Applications	2016	0
20	Investigation of Bluetooth communications for low-power embedded sensor networks in agriculture	Balmos, AD; Layton, AW; Ault, A; Krogmeier, JV; Buckmaster, DR	Transactions of the ASABE	2016	0
21	Simulation and analysis of LEACH for wireless sensor networks in agriculture	Kamarudin, LM; Ahmad, RB; Ndzi, DL; Zakaria, A; Kamarudin, K; Ahmed, MEES	International Journal of Sensor Networks	2016	0
22	The Construction of a Precise Agricultural Information System Based on Internet of Things	Lin, HH; Cai, K; Chen, HZ; Zeng, ZF	International Journal of online Engineering	2015	0
23	Information Service System of Agriculture IoT	Li, MB; Zhu, Z; Chen, GY	Automatika	2013	0

Fonte: *Web of Science*

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3GPP. (2012). *3GPP* *FTP*. Fonte: 3GPP: http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.401/25401-b10.zip
- 3GPP. (2017). *About us*. Fonte: 3GPP: <http://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>
- ANATEL. (2012). *Llicitação - banda larga urbana e rural*. Fonte: ANATEL: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNivelDois.do?codItemCanal=1774&nomeVis>
- ANATEL. (2016). *Apresentação*. Fonte: ANATEL: <http://www.anatel.gov.br/setorregulado/apresentacao-obrigacoes-contratuais>
- ANSON, M. J., FABOZZI, F. J., & JONES, F. J. (2010). *The Handbook of Traditional and Alternative Investment Vehicles: Investment Characteristics and Strategies*. John Wiley & Sons.
- ASHTON, K. (22 de 06 de 2009). *That 'Internet of Things' Thing*. Fonte: RFID Journal: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- ATZORI, L., IERA, A., & MORABITO, G. (28 de October de 2010). The Internet of Things: A survey. *Computer networks*, pp. 2787-2805.
- BALMOS, A., LAYTON, A., AULT, A., KROGMEIER, J., & BUCKMASTER, D. (2016). Investigation of Bluetooth Communications for Low-Power Embedded Sensor Networks in Agriculture. *Transactions of the ASABE*, pp. 1021-1029.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. (2017). *Histórico das taxas de juros*. Fonte: Banco Central do Brasil: <https://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp>
- BAQIR, L., DORWARD, P., & HOLLOWAY, G. (2017). Farm-level Economic Analysis - Is Conservation Agriculture Helping the poor? *Ecological Economics*.
- BARQUET, A. P., CUNHA, V. P., OLIVEIRA, M. G., & ROZENFELD, H. (2011). *Business Model Elements for Product-Service System*. Fonte: Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Ana_Barquet/publication/226896588_Business_Model_Elements_for_Product-Service_System/links/54b7f7d80cf269d8cbf5dcc6/Business-Model-Elements-for-Product-Service-System.pdf
- BCG. (2016). *10 princípios para o desenho do novo modelo regulatório de telecomunicações*. BCG.
- BNDES. (2016). <https://www.bnades.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada->

[publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil](https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil).

Fonte: BNDES: <https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>

BNDES. (2017). *Internet das Coisas: Um plano de ação para o Brasil*.

CEPEA. (2017). *PIB do agronegócio*. Fonte: CEPEA: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3065075/mod_resource/content/1/pibmacro.pdf

CEPEA. (2017). *PIB do Agronegócio brasileiro*. Fonte: CEPEA: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

DEPARTMENT OF AGRICULTURE & COOPERATION AND FARMERS WELFARE. (2014). *About mKisan*. Fonte: Department of Agriculture & Cooperation and Farmers Welfare: <http://mkisan.gov.in/aboutmkisan.aspx>

DONG, X., VURAN, M. C., & IRMAK, S. (September de 2013). Autonomous precision agriculture through integration of. *Ad Hoc Networks*, pp. 1975-1987.

EMBRAPA. (2008). *Aquecimento Global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. Fonte: Embrapa: https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_300908_FINAL.pdf

EMBRAPA. (s.d.). *Transferência de tecnologia*. Fonte: EMBRAPA: <https://www.embrapa.br/transferencia-de-tecnologia>

ERICSSON. (2017a). *Ericsson Mobility Report*. Fonte: Ericsson: <https://www.ericsson.com/assets/local/mobile-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-june-2017.pdf>

ERICSSON. (2017b). *Company Facts*. Fonte: Ericsson: <https://www.ericsson.com/en/about-us/company-facts>

ERICSSON. (2017c). *Financial reports and filings*. Fonte: Ericsson: <https://www.ericsson.com/assets/local/investors/documents/2016/ericsson-annual-report-2016-en.pdf>

ERICSSON. (2017d). *Second Quarter Report 2017*. Fonte: Ericsson: <https://www.ericsson.com/assets/local/investors/documents/financial-reports-and filings/interim-reports-archive/2017/6month17-en.pdf>

ERICSSON. (2017e). *Our Vision*. Fonte: Ericsson: <https://www.ericsson.com/en/about-us/our-vision>

- ESENAM, A. (2017). Overview of digital agriculture: Making growers lives more productive. *International Sugar Journal*, pp. 466-470.
- FAO. (2013). *Climate Smart-Agriculture Sourcebook*. Fonte: FAO: <http://www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf>
- FAO. (2017). *What we do*. Fonte: FAO: <http://www.fao.org/about/what-we-do/sol/en/>
- FERRANDEZ, F., GARCIA, J., NIETO, M., PASCUAL, J., & MORA, J. (2016). Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. *Sensors*.
- Focus Economics. (2017). *Home*. Fonte: Focus Economics: <https://clients.focus-economics.com/home>
- FUTURECOM. (2017). *O Evento*. Fonte: Futurecom: <https://www.futurecom.com.br/pt/o-evento/sobre-o-futurecom.html>
- GARTNER. (2017). *IT Glossary*. Fonte: Gartner: <https://www.gartner.com/it-glossary/value-added-service>
- GIUSTO, D., IERA, A., MORABITO, G., & ATZORI, L. (2010). *The Internet of Things*. Springer.
- GSMA. (2015a). *Market size and market opportunity for agricultural value-added-services (Agri VAS)*. Fonte: GSMA: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=127f3a0df49cab82194d0df966f503bc&download>
- GSMA. (2015b). *Infographic: Spectrum allocation and distribution: coverage vs. capacity bands*. Fonte: GSMA: <https://www.gsmaintelligence.com/research/2015/03/spectrum-allocation-and-distribution-coverage-vs-capacity-bands/487/%20/>
- GSMA. (2015c). *Agricultural M2M: a platform for expansion*. Fonte: GSMA: <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2015/03/Agricultural-M2M.pdf>
- GSMA. (2016a). *3GPP Low Power Wide Area Technologies*. Fonte: GSMA: <https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2016/10/3GPP-Low-Power-Wide-Area-Technologies-GSMA-White-Paper.pdf>
- GSMA. (2016b). *About us*. Fonte: GSMA: <https://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology>
- GSMA. (2017). *Creating scalable, engaging mobile solutions for agriculture*. GSMA.
- IBGE. (2004). *Pesquisa de orçamentos familiares*. Fonte: IBGE: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/19052004pof2002html.shtml>

- IBGE. (2011). *Séries e Estatísticas*. Fonte: IBGE:
<https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>
- IBGE. (2017a). *Cartografia*. Fonte: IBGE:
https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtml
- IBGE. (2017b). *População*. Fonte: IBGE: <https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>
- IBGE. (2017c). *Proposta de classificação dos espaços rurais e urbanos no Brasil: tipologia municipal*. Fonte: IBGE:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>
- IBGE. (2017d). *Produção agrícola municipal*. Fonte: IBGE:
<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>
- INVESTOPEDIA. (s.d.). *Net Present Value - NPV*. Fonte: Investopedia:
<https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp>
- ITU. (2012). *Terms and definitions for the Internet of things* . Fonte: International Telecommunication Union: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2069-201207-I!!PDF-E&type=items
- ITU. (2015). *Regulation and the Internet of Things*. Fonte: ITU: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2015/Discussion_papers_and_Presentations/GSR_DiscussionPaper_IoT.pdf
- ITU. (2016). *Harnessing the Internet of Things for Global development*. Fonte: ITU: <https://www.itu.int/en/action/broadband/Documents/Harnessing-IoT-Global-Development.pdf>
- JAVORNIK, T., KANDUS, G., HROVAT, A., & OZIMEK, I. (2007). Comparison of WiMAX coverage at 450MHz and 3,5GHz. *IEEE*.
- JUNQUEIRA, A. M., & MARTINS, V. (2009). *Implantação de Estações Rádio Base (ERBs)*. Fonte: Teleco: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/default.asp>
- MACHINA RESEARCH. (2017). *CSP strategies for addressing vertical opportunities in IoT*. Machina Research.
- MAPA. (2013a). *Agricultura de Precisão*. Fonte: MAPA:
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/agricultura-de-precisao>
- MAPA. (2013b). *Agricultura de precisão*. Fonte: MAPA:
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/boletim-tecnico-agricultura-de-precisao-2013.pdf>

- MAPA. (2016). *Agro +*. Fonte: MAPA: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/blairo-maggi-lanca-plano-agro-mais-para-reduzir-burocracia-no-ministerio-da-agricultura/1.pdf>
- MAPA. (2017). *Governo cria política para elevar participação do Brasil no mercado agrícola mundial*. Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/governo-cria-politica-para-elevar-participacao-do-brasil-no-mercado-agricola-mundial>
- MAPA. (2017). *Plano Agrícola e Pecuário*. Fonte: MAPA: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario/>
- MAPA. (2017a). *Projeções do agronegócio*. Brasília: MAPA.
- MARTINEZ, R., PASTOR, J. Á., ÁLVAREZ, B., & IBORRA, A. (2016). A Testbed to Evaluate the FIWARE-Based IoT Platform in the Domain of Precision Agriculture. *Sensors*, p. 11.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. (2015). *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype*. Fonte: McKinsey Global Institute: <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx>
- MURAKAMI, E., SARAIVA, A., RIBEIRO JUNIOR, L., CUGNCASCA, C. E., HIRAKAWA, A. R., & CORREA, P. L. (August de 2007). An infrastructure for the development of distributed service-oriented information systems for precision agriculture. *Computers and Eletronics in Agriculture*, pp. 37-48.
- NEC. (2014). *NEC and Dacom collaborate on precision farming solution to maximize yields and reduce cost*. Fonte: NEC: http://uk.nec.com/en_GB/press/201410/20141023_01.html
- OVUM. (2017). *World Cellular Information Service*. Fonte: OVUM: [https://www.wcisplus.com/wcisplus/kpireport/columns/dates/rows/countries-\[operators\]/quarterly/mar%202010-dec%202016;countries=brazil;measures=total+revenue+total,service+revenue+total;subscription%20types=blended;currencies=usd](https://www.wcisplus.com/wcisplus/kpireport/columns/dates/rows/countries-[operators]/quarterly/mar%202010-dec%202016;countries=brazil;measures=total+revenue+total,service+revenue+total;subscription%20types=blended;currencies=usd)
- SAWANT, S., DURBHA, S., & JAGARLAPUDI, A. (2017). Interoperable agrometeorological observation and analysis platform for precision agriculture: A case study in citrus crop water requirement estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, pp. 175-187.

- SEBRAE. (s.d.). *Canvas: como estruturar seu modelo de negócio.* Fonte: Sebrae: <http://www.sebraepr.com.br/PortalSebrae/artigos/Canvas:-como-estruturar-seu-modelo-de-neg%C3%B3cio>
- SHAFER, S. M., SMITHA, H. J., & LINDER, J. C. (2005). *The power of business models.* Fonte: Business models: http://businessmodels.eu/images/banners/Articles/Shafer_Smith_Linder.pdf
- SHAHZADI, R., FERZUND, J., TAUSIF, M., & SURYANI, M. (2016). Internet of Things based Expert System for Smart Agriculture. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, pp. 341-350.
- SIVAMANI, S., BAE, N., & CHO, Y. (2013). A Smart Service Model Based on Ubiquitous Sensor Networks Using Vertical Farm Ontology. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, p. 12.
- TECHNOSERVE. (s.d.). *Connected Farmer Alliance.* Fonte: TechnoServe: <http://www.technoserve.org/our-work/projects/connected-farmer-alliance>
- TELEBRASIL. (2017). *O Setor de Telecomunicações no Brasil.* Telebrasil.
- TELECO. (2010). *Rede GSM I: Caracterização de um Ambiente Celular.* Fonte: Teleco: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialalambcel1/default.asp>
- TELECO. (2016). *4G: Frequências e licitações.* Fonte: Teleco: http://www.teleco.com.br/4g_brasil_lic.asp
- TELECO. (2016). *Licitação de frequências de 700 MHz para 4G da Anatel.* Fonte: Teleco: http://www.teleco.com.br/700_licitacao.asp
- TELECO. (2017). *ERBs.* Fonte: Teleco: <http://www.teleco.com.br/erb.asp>
- TELECO. (2017). *Estações Radio Base no Brasil por operadora.* Fonte: Teleco: <http://www.teleco.com.br/erb.asp>
- THE WORLD BANK. (2017). *World Development Indicators: Structure of the output.* Fonte: The World Bank: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
- TURKCELL. (2014). *Downloads.* Fonte: OVUM: https://www.ovumkc.com/content/download/2678881/28909411/version/1/file/Turkcell_Agriculture_Project.pdf
- USDA. (2016). *International Macroeconomic Data Set.* Fonte: USDA: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/DataFiles/51832/HistoricalRealGDPValues.xls?v=42710>
- USDA. (2016a). *Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture.* Fonte: USDA: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/80326/err-217.pdf?v=42661>

USDA. (2016b). *Corn and Soybean Production Costs and Export Competitiveness in Argentina, Brazil, and the United States*. Fonte: USDA: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/44087/59671_eib-154_summary.pdf?v=42559

WOLFERT, S., GE, L., VERDOUW, C., & BOGAARDT, M. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, pp. 69-80.

WWF. (s.d.). *Water usage*. Fonte: WWF: http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/impacts/water_use/