



**Universidade Federal de Pernambuco**

Graduação em Sistemas de Informação

Centro de Informática

2017.2

**Como IoT e cidades inteligentes podem melhorar o  
setor alimentício para uma produção mais eficiente**

Trabalho de Graduação

**Aluno:** Wanderley de Carvalho Alves Filho

**Professor:** José Carlos Cavalcanti

Recife, 12 de Dezembro de 2017

Wanderley de Carvalho Alves Filho

## **Como IoT e cidades inteligentes podem melhorar o setor alimentício para uma produção mais eficiente**

Trabalho de graduação apresentado à banca examinadora composta pelos professores José Carlos Cavalcanti e Carla Silva como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: José Carlos Cavalcanti

Recife, 12 de Dezembro de 2017

Wanderley de Carvalho Alves Filho

## **Como IoT e cidades inteligentes podem melhorar o setor alimentício para uma produção mais eficiente**

Trabalho de graduação apresentado à banca examinadora composta pelos professores José Carlos Cavalcanti e Carla Silva como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife, 12 de Dezembro de 2017

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Professor José Carlos Cavalcanti  
(Orientador)

---

Professora Carla Taciana Lima Lourenço Silva Schuenemann  
(Avaliadora)

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer ao time mobility recife da Accenture, onde atualmente trabalho, por entender minhas obrigações com a universidade e proporcionar flexibilidade para que eu possa atingir minhas metas.

Aos meus pais, por sempre me motivar a terminar minha graduação.

Aos meus familiares, por sempre mostrarem disponíveis para me suportar a fim que eu atinja meus objetivos.

Aos meus amigos, por torcerem pelo meu sucesso e me motivar a terminar a graduação.

Ao meu orientador José Carlos, por me aceitar no seu time de orientandos e me instruir no aprendizado que desenvolvi nesse estudo.

Aos meus professores da UFPE que fizeram parte da minha graduação, por me passar um grande conhecimento técnico, ético e moral, o qual fez grande diferença quando ingressei no mercado.

Aos meus professores do New York Institute of Technology, por me agregar um conhecimento internacional da área onde atuo, e agregar um imenso valor técnico na minha carreira.

## Resumo

O setor alimentício é essencial para a existência da humanidade. Ele é responsável pela saúde nutricional das pessoas e pela sustentabilidade do planeta. Tendo em vista que é previsto que em 2030 a população mundial chegará a 8.5 bilhões de pessoas, desenvolver um setor alimentício sustentável, inclusivo, eficiente e nutricionalmente saudável é necessário para atingir um sistema que acomode esse aumento de demanda. No cenário atual, metade da população não tem uma dieta saudável. Em algumas regiões o índice de desperdício ou perda de comida chega a até 40%. As mudanças climáticas e preços de alimentos estão aumentando. O setor de agricultura é um grande contribuidor para o efeito estufa, desflorestamento e escassez de água. Porém, como alternativa para lidar com esses desafios e problemas, temos Cidades Inteligentes e Internet das Coisas (Internet of Things). Benefícios trazidos por cidades inteligentes podem levar os mercados de produção do setor alimentício a serem mais conectados entre si e com centros urbanos. Que poderia resultar em uma diminuição no desperdício de comida, previsão mais precisa de eventos climáticos, produção de alimentos mais saudáveis de acordo com a região onde se destina a produção, dentre outros. Os benefícios trazidos por Internet das Coisas atuariam diretamente no setor de agricultura, nas fases de produção, transporte e venda, trazendo uma maior eficiência na execução dessas tarefas. Este trabalho tem como objetivo estudar e contribuir para o debate de como IoT e Cidades inteligentes podem melhorar o setor alimentício para uma produção mais eficiente, analisando casos reais, abordando cenários e o uso de tais tecnologias e suas respectivas consequências.

**Palavras-chave:** Setor Alimentício, Cidades Inteligentes, Internet das Coisas, Sustentabilidade.

## **Abstract**

The food supply chain sector is essential for the existence of mankind. It is responsible for people's nutritional health and for the sustainability of the planet. Keeping in mind that it is expected the world population reaches 8.5 billion by 2030, develop a food supply chain which is sustainable, inclusive, efficient and nutritiously healthy is necessary to reach a system that is able to accommodate the increase on the demand. In the current scenario, half of the population does not have a healthy diet, in some regions the percentage of waste or loss of food reaches 40%, the climate change and the price of food is rising, the agriculture sector is one big contributor to the greenhouse effect, deforestation and water scarcity. However, as an alternative to deal with those challenges and problems, we have Smart cities and Internet of Things(IoT). The benefits from Smart cities, could make the food market be more connected to each other, and to the urban areas, and as a result, it could lower the food waste, provide better forecast on climate events, turn the production of food more accurate depending on the area it is meant to, and others. The benefits from Internet of things would act directly on the agriculture sector, in the phases of production and farming, transport and distribution and retail, making those tasks more efficient. This study has as a goal, to contribute to the discussion of how Internet of things and Smart cities can improve the efficiency of food supply chain, analysing real cases, studying different scenarios and the use of such technologies and its respective consequences.

**Keywords:** Food Supply Chain, Smart cities, Internet of things, sustainability.

## **Lista de Ilustrações**

FIGURA 1 : Os 4 Cenários Futuros para o Sistema Global de Alimentos

FIGURA 2 : Infográfico Smart City

FIGURA 3 : Relação de países com Triple Burden of Malnutrition

FIGURA 4 : Temperatura da superfície terrestre

FIGURA 5 : Sensorfish Project

FIGURA 6 : Internet das coisas nas diversas fases do setor alimentício

FIGURA 7 : Internet das coisas aplicada no varejo

FIGURA 8 : Dashboard do sistema OPI EVJA

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 : Etapa 1

Tabela 2 : Etapa 2

Tabela 3 : Etapa 3

Tabela 4 : Padrões de Internet das Coisas

## **Lista de Abreviaturas**

IoT - Internet of Things (Internet das Coisas)

ICT - Information and Communication Technology (Tecnologia da comunicação e informação)

RFID - Radio Frequency Identification (Identificação por frequência a rádio)

WSN - Wireless Sensors Network

OSA - On-shelf Availability

# Sumário

- 1. Introdução**
  - 1.1 Contextualização
  - 1.2 Objetivo
  - 1.3 Metodologia
  - 1.4 Estrutura do documento
- 2. IoT e Cidades Inteligentes**
  - 2.1 Conceitos
    - 2.1.1 Internet das Coisas
    - 2.1.2 Cidades Inteligentes
  - 2.2 Aplicações
  - 2.3 Casos de Sucesso
- 3. IoT em "Farm to Fork"**
  - 3.1 Por que "Farm to Fork"?
    - 3.1.1 Cenário Atual e Tendências
  - 3.2 Aplicações
    - 3.2.1 Produção
    - 3.2.2 Transporte e Distribuição
    - 3.2.3 Vendas e Varejo
- 4. Casos de Estudo**
- 5. Considerações Finais**
- 6. Conclusão**
- 7. Referências**

## **1.Introdução**

Este capítulo tem por finalidade descrever, de forma geral, o tema do Trabalho de Conclusão de Curso em questão. Na seção 1.1, é apresentada a contextualização do tema. A seção 1.2 contém a explicação da motivação para desenvolver o trabalho. Na seção 1.3, é apresentada a metodologia de coleta de conteúdo para elaboração deste trabalho e na seção 1.4 é apresentada a estrutura do documento.

### **1.1 Contextualização**

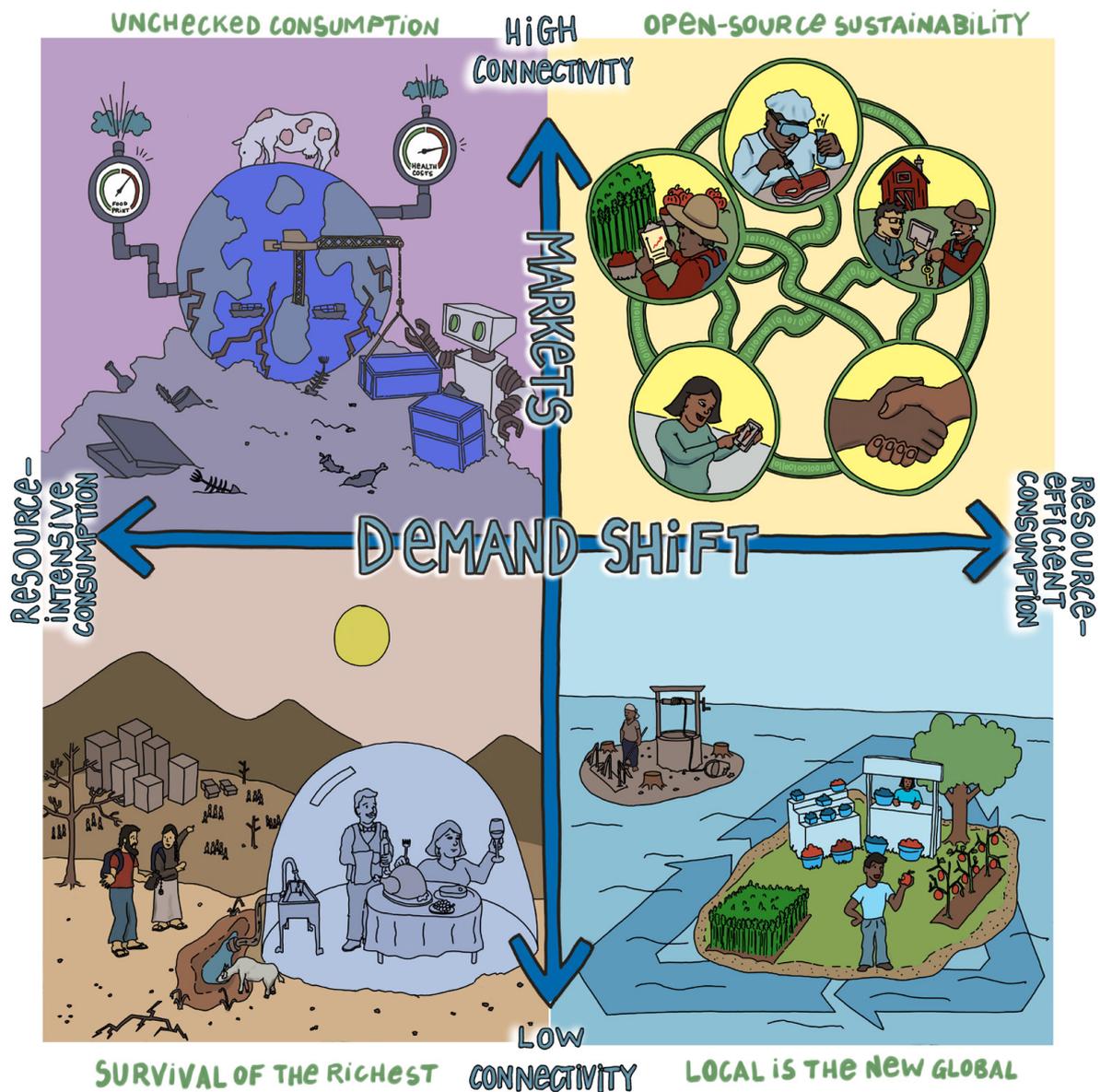
Com o avanço da urbanização em escala global, foi surgindo cada vez mais a necessidade de existir um maior controle político, econômico e de recursos, devido ao grande número de pessoas que passaram a ocupar os centros urbanos. A tendência é que o número de pessoas que habitam o planeta aumente e que atinja a marca de 8.5 bilhões em 2030 [3].

Com esse cenário, é possível vislumbrar vários desafios políticos, logísticos e regionais em relação ao setor alimentício. Se hoje, com uma população da ordem 7,5 bilhões de habitantes no planeta, já é difícil alimentar essa população, fazer o setor alimentício mundial crescer, de modo sustentável, inclusivo, eficiente e nutricionalmente saudável para poder acomodar esse número de pessoas, é uma tarefa gigantesca.

Um estudo feito pelo WORLD ECONOMIC FORUM [3], faz uma análise dos fatores que podem influenciar na direção que o setor alimentício irá tomar, tais como, mudanças demográficas, tendências macroeconômicas, The Triple Burden of Malnutrition (coexistência entre falta de comida, má nutrição e obesidade), recursos naturais, dinâmicas geopolíticas, inovações existentes e surgimento de novas tecnologias. Esses fatores irão trazer oportunidades e desafios para o setor alimentício e, principalmente, moldar todo o sistema. No estudo, são levantados quatro cenários contrastantes projetando como o planeta estaria tomando como base duas variáveis, a conectividade entre mercados do setor alimentício, podendo ser alta ou baixa, e eficiência de consumo de recursos, podendo ser intensiva ou

eficiente. A figura 1 a seguir seguinte esboça os resultados de acordo com alterações dessas variáveis:

**FIGURA 1: Os 4 Cenários Futuros para o Sistema Global de Alimentos**



Fonte: [3]

Na figura 1, pode-se perceber quão diferentes rumos nosso planeta pode tomar dependendo da variação dessas variáveis, no cenário chamado *open source sustainability* onde a conectividade dos mercados é alta e o consumo de recursos naturais é feito de modo eficiente, teríamos uma melhor distribuição de alimentos e uma produção mais sustentável, onde possibilitaria o acesso maior à comida para população, já no outro extremo, no cenário chamado *survival of the richest*, onde a

conectividade entre os mercados é baixa e o consumo de recursos é intensivo, temos um cenário onde apenas os mais ricos teriam acesso a alimentos, pelo fato dos mercados serem isolados e os recursos escassos, o preço dos alimentos iriam aumentar drasticamente.

O conceito de cidades inteligentes está diretamente atrelada ao cenário de mercados com alta conectividade e consumo eficiente de recursos. Cidades inteligentes é uma visão de desenvolvimento urbano onde se integram tecnologia da comunicação e informação (TIC) e Internet das Coisas (IoT - Internet of Things, em inglês), de uma forma em que possa ser fornecido um forte controle dos recursos da cidade. O que permite também uma melhor tomada de decisão.

## **1.2 Objetivo**

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal contribuir para o debate sobre como integrar IoT e Cidades inteligentes no contexto do setor alimentício, gerando insights sobre melhores abordagens, levando em consideração os casos reais tratados neste estudo.

## **1.3 Metodologia**

O método de pesquisa que desenvolveu este estudo foi a junção de indicações de artigos por interessados na área, e por revisão sistemática. Na revisão sistemática, inicialmente foram levantadas as seguintes perguntas:

### **QP: Como IoT e Cidades Inteligentes podem atuar no setor alimentício?**

QP1: Quais os pontos positivos e desafios encontrados ao usar IoT nas plantações rurais?

QP2: Como Cidades Inteligentes podem influenciar na produção de alimentos?

QP3: Como IoT e Cidades Inteligentes podem ajudar o setor alimentício?

Para encontrar artigos e estudos sobre esse tema foram usados scopus, ACM Digital Library, IEEE Xplore Digital Library e ScienceDirect como motores de

busca. Para padronizar os resultados trazidos por todos motores de busca, inicialmente foi definido a seguinte string de busca:

**("IoT" OR "Internet of things") AND ("Smart cities") AND ("food system" OR "food market" OR "food production" OR "food sector") AND ("efficient production" OR "cost efficient")**

Porém pela falta resultados essa string teve que ser simplificada para abranger mais resultados, e sua forma final foi a seguinte:

**("IoT" OR "Internet of things") AND ("Smart cities") AND ("food")**

Como critérios de inclusão foram usados: Estudos primários, Estudos acessíveis e Estudos empíricos. Já para critério de exclusão foram usados: Estudos não disponíveis na internet, Estudos que não abordem internet das coisas ou cidades inteligentes e estudos que não abordem o setor alimentício. Para melhor rastreabilidade e organização dos dados extraídos na pesquisa, foi usada uma planilha, na qual continha os campos: Identificador, data da leitura, fonte, ano, afiliações, lista de autores, título, resumo e palavras-chave.

Em adição aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, três etapas foram definidas para um melhor processo de seleção dos estudos a serem analisados:

- Etapa 1: Leitura do título, resumo e palavras-chaves;
- Etapa 2: Leitura da introdução e conclusão;
- Etapa 3: Leitura do artigo inteiro.

**Tabela 1: Etapa 1**

<b>Motores de Busca</b>	<b>Resultados da busca</b>	<b>Excluídos</b>	<b>Estudos Selecionados</b>
Scopus	14	8	6
ACM Digital	5	4	1

Library			
IEEE Xplore Digital Library	3	1	2
ScienceDirect	121	118	3
Total	143	131	12

Fonte: O Autor

**Tabela 2: Etapa 2**

<b>Motores de Busca</b>	<b>Resultados da Busca</b>	<b>Excluídos</b>	<b>Selecionados</b>
Scopus	6	0	6
ACM Digital Library	1	0	1
IEEE Xplore Digital Library	2	0	2
ScienceDirect	3	0	3
Total	12	0	12

Fonte: O Autor

**Tabela 3: Etapa 3**

<b>Motores de Busca</b>	<b>Resultados da Busca</b>	<b>Excluídos</b>	<b>Selecionados</b>
Scopus	6	0	6
ACM Digital Library	1	0	1
IEEE Xplore Digital Library	2	0	2
ScienceDirect	3	0	3
Total	12	0	12

Fonte: O Autor

## **1.4 Estrutura do documento**

Os próximos capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte forma: no Capítulo 2, são abordados os conceitos de cidades inteligentes e internet das coisas, apresenta um pouco da história de internet das coisas, possíveis tipos de aplicações dessas tecnologias e alguns casos de estudo. No Capítulo 3, é apresentado como os conceitos estudados se aplicam nas diversas fases do setor alimentício. No Capítulo 4, são apresentados casos reais de aplicação de internet das coisas e cidades inteligentes no setor alimentício, também trazendo seus resultados. No Capítulo 5, são feitas algumas considerações do conhecimento extraído pelo autor deste estudo, e no Capítulo 6, temos a conclusão.

## **2. IoT E CIDADES INTELIGENTES**

### **2.1 Conceitos**

Nesta seção são abordados os conceitos, bem como um pouco da história da Internet das Coisas e Cidades Inteligentes.

#### **2.1.1 Internet das Coisas**

Internet das coisas é uma rede de dispositivos conectados embarcados com softwares, sensores e outros que permitem que esses dispositivos troquem dados entre si. Essas “coisas” podem ser qualquer tipo de objeto, como carros, geladeiras, aparelhos médicos, câmeras e etc [2].

O conceito de uma rede de objetos inteligentes foi primeiramente discutido no início de 1982, na universidade Carnegie Mellon University, onde uma máquina de coca cola alterada era capaz de fazer um relatório de seu inventário e se identificar se as bebidas que estavam prestes a sair, estavam frias. Mas, foi 1999 o termo de internet das coisas que se tornou popular, quando foi mencionado pela primeira vez em 1999, por Kevin Ashton [2].

A base da evolução de Internet das Coisas foi a tecnologia RFID (Radio Frequency IDentification - ou, Identificação por frequência a rádio). RFID é uma tecnologia capaz de através de ondas de rádio, identificar, emitir e receber informações sobre objetos ou pessoas. RFID foi percebido por Kevin Ashton, como um pré requisito para internet das coisas. Kevin Ashton é um britânico co fundador do Auto-ID center no MIT Massachusetts Institute of Technology, onde foram criados padrões globais de RFID e outros sensores [4]. A rede de Auto-ID Lab é um grupo de pesquisa sobre Identificação por radiofrequência (RFID) e outras tecnologias de detecção [5].

Atualmente existe um grupo de organizações desenvolvendo e evoluindo padrões para Internet das Coisas, como mostra a tabela 1:

**Tabela 4: Padrões de Internet das Coisas**

<b>Abreviação</b>	<b>Nome completo</b>	<b>Padrões em desenvolvimento</b>	<b>Outras informações</b>
Auto-ID Labs	—	RFID em rede (identificação por radiofrequência) e tecnologias de detecção emergentes	
EPCglobal	—	Normas para a adoção da tecnologia EPC (Electronic Product Code)	
FDA	U.S. Food and Drug Administration	Sistema UDI (Unique Device Identification) para identificadores exclusivos para dispositivos médicos	
GS1	—	Padrões para UIDs (identificadores exclusivos) e RFID de bens de consumo de rápido movimento (bens de consumo embalados), suprimentos de cuidados de saúde e outras coisas	A organização principal é composta de organizações membros, como GS1 US
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Padrões de tecnologia de comunicação subjacente, como o IEEE 802.15.4	

IETF	Internet Engineering Task Force	Padrões que compreendem TCP / IP (o pacote de protocolos da Internet)	
MTConnect Institute	—	O MTConnect é um padrão da indústria de fabricação para troca de dados com máquinas-ferramentas e equipamentos industriais relacionados. É importante para o subconjunto IoT de IIoT(The Industrial Internet of Things).	
OCF	Open Connectivity Foundation	Padrões para dispositivos simples usando o CoAP (Protocolo de Aplicação Restrita)	O OCF (Open Connectivity Foundation) substitui o OIC (Open Interconnect Consortium)
OMA	Open Mobile Alliance	OMA DM e OMA LWM2M para o gerenciamento de dispositivos IoT, bem como o GotAPI, que fornece uma estrutura segura para aplicações IoT	
XSF	XMPP Standards Foundation	Extensões de protocolo do XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol), o padrão aberto de mensagens	

		instantâneas	
--	--	--------------	--

Fonte: [2]

### **2.1.2 Cidades Inteligentes**

Uma cidade inteligente é um centro urbano que é integrado com vários sensores, dispositivos de monitoramento e coleta de dados, com a finalidade de gerir os recursos e serviços prestados na cidade. Basicamente usa internet das coisas e tecnologia de informação e comunicação (TICs) para coletar dados dos centros e conectar com os civis presentes [1].

As informações que são coletadas pelos recursos urbanos, bem como pelo cidadãos podem atuar diretamente no gerenciamento e no monitoramento das atividades e serviços da cidade, como por exemplo, coleta de lixo, iluminação pública, transporte, uso de energia elétrica, rede de água, esgoto, segurança, hospitais e etc.

Com as constantes mudanças que vêm acontecendo no mundo, Cidades Inteligentes vêm ganhando mais espaço e atenção entre os líderes mundiais. Tais mudanças como reestruturação econômica, mudanças climáticas, crescimento do número de pessoas vivendo em centros urbanos, diminuição de recursos naturais dentre outros, são os principais fatores que estão colocando Cidades inteligentes como prioridade, bem como um framework para um crescimento sustentável.

### **2.2 Aplicações**

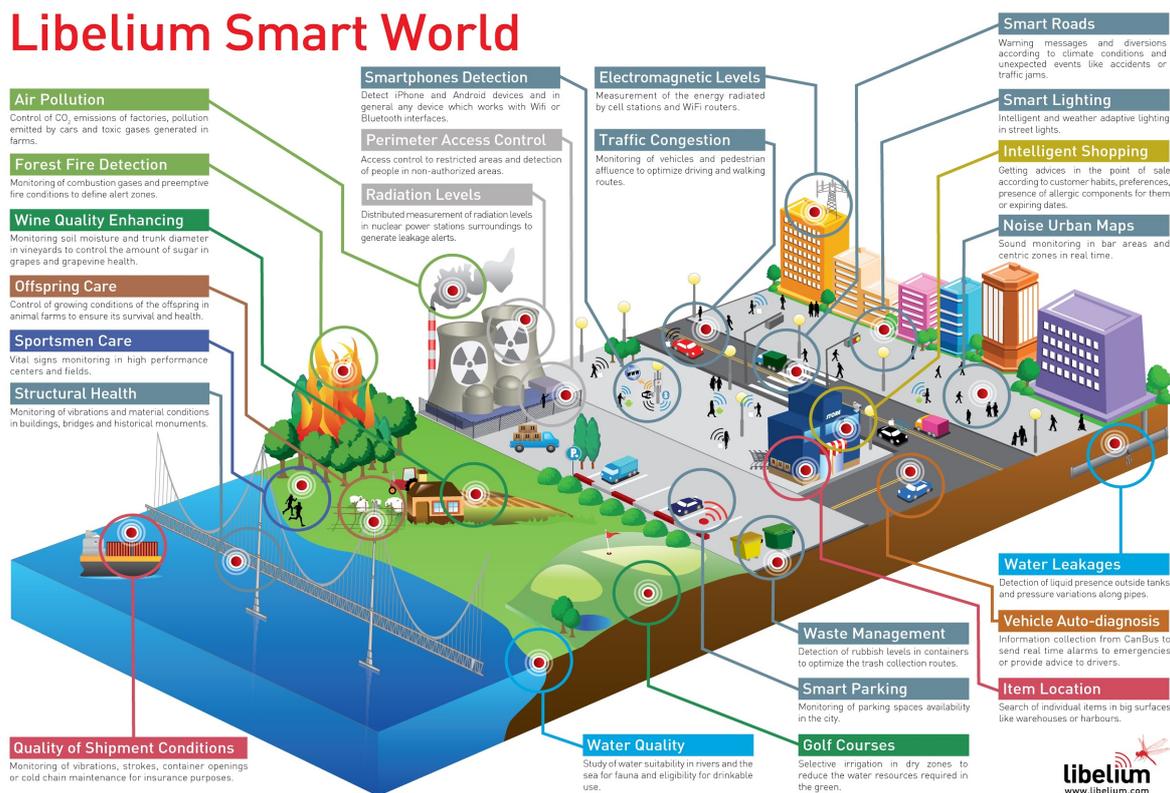
Para que seja possível dar uma pequena amostra de um leque de aplicações de IoT e de cidade inteligente, a figura 3 apresenta um infográfico dos produtos que a empresa denominada Libelium tem a oferecer. A Libelium é uma empresa que desenha e produz dispositivos de rede de sensores wireless, de forma que empresas possam produzir soluções de Internet das Coisas e Cidades Inteligentes, integrando com várias outras tecnologias, tais como *Cloud Computing*, usando seus

dispositivos. Fundada em 2006, hoje possui cerca de 50 a 200 funcionários. Sua matriz fica localizada em Zaragoza na Espanha [7].

Esse infográfico é relativamente completo no que diz respeito às aplicações de Internet das Coisas em centros urbanos, zonas rurais e até áreas oceânicas. Em seu conjunto, ele remete ao conceito de Cidades Inteligentes, que seriam a unificação de várias aplicações (como as que são apresentadas a seguir), provendo uma maior eficiência no gerenciamento de recursos e monitoramento das áreas em questão.

As aplicações variam em diversas áreas como centros urbanos, sistemas de água, medição e mensuração, segurança e emergências, varejo, logística, indústria, agricultura, criação de animais, lares e uso doméstico e saúde.

FIGURA 3: Infográfico Smart City



Fonte: [6]

Existem diversas possibilidades de aplicações em Cidades Inteligentes. Algumas ainda estão sendo evoluídas, inventadas e até já estão sendo executadas

(como é visto mais à frente na seção dos casos de estudo). A seguir são indicados alguns exemplos de aplicações de Internet das Coisas que possibilitam o conceito de Cidades Inteligentes [6]:

- Estacionamento: Monitoramento de tempo real de vagas para estacionamento.
- Estrutura física: Monitoramento de estado físico em prédios, pontes, rodovias e patrimônios público.
- Barulho: Monitoramento e indicações de zonas que o índice de barulho esteja muito alto.
- Conectividade: Detectar smartphones através de rede wireless e bluetooth.
- Níveis de campos eletromagnéticos: Detectar níveis de eletromagnetismo em áreas próximas a antenas e roteadores.
- Congestionamento: Detecção de ruas e avenidas congestionadas e indicações de melhores rotas em tempo real.
- Iluminação pública: iluminação inteligente que se adapta e age às condições externas.
- Lixo: Monitoramento e indicação de lixo acumulado para melhor rota de coleta.
- Rodovias: rodovias inteligentes com avisos em tempo real sobre condições climáticas, engarrafamento e acidentes.
- Energia elétrica: Monitoramento e gerenciamento do consumo de energia.
- Sistemas de transporte de água: Medição da pressão da água em sistemas de transporte.
- Segurança: Acesso e monitoramento de área restrita e detecção de pessoas não autorizadas.
- Áreas de alto risco: Medição de radiação perto de usinas nucleares e detecção de vazamentos de gases próximos a indústrias, fábricas químicas e minas.
- Incidentes: Monitoramento para detecção de possíveis e pequenos acidentes nas ruas como pessoas de idade se machucando, atropelamentos de pequeno dano, animais soltos em rodovias e etc.

Como o foco deste trabalho é sobre as aplicações que afetam diretamente o setor alimentício, o foco é em aplicações que cubram da produção, transporte, e

atacado ou varejo até o consumidor final. A seguir são apresentados alguns exemplos voltados a esse segmento [6]:

- Fogo em florestas: Detecção de incêndio em áreas florestais através do monitoramento de gases e condições resultantes de incêndio.
- Poluição do ar: Controle de emissores de CO<sub>2</sub> em fábricas, monitoramento de poluição emitida por carros e gases tóxicos gerados em fazendas.
- Neve: Monitoramento do nível de neve nas ruas e áreas abertas.
- Avalanches e desmoronamentos: Monitoramento da umidade do solo, pequenos tremores para indicar situação de risco em áreas.
- Terremotos: Monitoramento para previsão de tremores.
- Verificação de qualidade de água: Monitoramento de qualidade de água em rios e água potável, para indicação de substâncias maléficas que podem deixar a água contaminada.
- Produção de vinho: Melhoramento na produção de vinho com monitoramento de umidade do solo e diâmetro dos troncos em vinhedos para medir quantidade de açúcar nas uvas.
- Meteorologia: Previsão de condições meteorológicas que podem afetar diretamente na produção, como chuva, formação de gelo, seca, ventania e etc.
- Umidade: Controle na umidade em plantas para prevenção de fungos e outros contaminadores bacterianos.
- Hidroponia: Controle e monitoramento no cultivo de plantas para que elas rendam a melhores sementes.
- Filhotes de animais: Controle e monitoramento de condições favoráveis para animais recém nascidos em fazendas possam sobreviver.
- Identificação de animais: Monitoramento de animais soltos no pasto para evitar perda e acidentes.
- Verificação de solo: Medidores introduzidos no solo para indicar o nível de nutrientes e quão favorável é aquele solo para cultivo.
- Medição de temperatura: Monitoramento e controle de temperatura em estufas e celeiros para garantir a condições favoráveis ao desenvolvimento e sobrevivência.

## 2.3 Casos de sucesso

Como já mencionado, Cidades Inteligentes tem chamado a atenção de líderes políticos por uma série de razões. Com o crescimento da população mundial e do número de pessoas ocupando centros urbanos, torna-se necessário empreender reformas nos setores de transporte, alimentação, saúde, educação e outros, para que seja possível acomodar um maior número de pessoas e acompanhar as mudanças globais.

A seguir serão abordados casos de implantação internet das coisas como exemplo em cidades inteligentes, tanto em cenários nacionais como internacionais, apontando quais foram as vantagens para autoridades e cidadãos, e o que mudou depois da integração.

**Rio de Janeiro** - O Rio de Janeiro, internacionalmente conhecido como a cidade maravilhosa, o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, em 2010 deu início a projetos visando tornar-se uma cidade inteligente. Criou o Centro de Operações do Rio (COR), onde o status da cidade é monitorado 24 horas por dia. O COR atua desde a previsão de riscos até resposta imediata a determinadas situações, como, deslizamentos, chuvas fortes, engarrafamentos, enchentes e outras situações que afetam diretamente o bom funcionamento da cidade. O centro é integrado com a Defesa Civil e a residência oficial do prefeito, para que se necessário, decisões em tempo real sejam tomadas. Os cidadãos também podem acompanhar o status dos serviços e situação da cidade em tempo real através do site e redes sociais [8]. Em 21 de Junho de 2017 em um evento chamado Connected Smart Cities o Rio de Janeiro conquistou o prêmio em primeiro lugar na categoria de inovação e tecnologia, para cidades com mais de 500 mil habitantes [9].

**Curitiba** - Curitiba capital do Paraná, tem sua história marcada por forte influência europeia devido a migração. É o centro econômico do estado do Paraná, com um forte polo industrial, onde um grande número de empresas estimula fortemente o desenvolvimento da economia local. Curitiba é uma cidade referência no que diz respeito a transporte, urbanização e meio ambiente, tornando-se

referência para outras iniciativas no Brasil e no exterior. Em 2010, Curitiba foi citada pela revista Forbes como a terceira cidade mais inteligente do mundo. Em Curitiba o poder político tem foco em desenvolvimento dos serviços das cidades orientado a tecnologia, onde existem empresas especializadas nesse segmento. Resultado disso é que a cidade conta com um sistema de transporte público eficiente, centro de monitoramento de segurança, acesso público à internet em vários pontos da cidade e outros serviços que acompanham o funcionamento em tempo real, graças a grande infraestrutura que suporta esses serviços como conexão dos serviços públicos através de fibra ótica (o que permite a comunicação em alta velocidade) [8].

**Barcelona** - É a segunda maior cidade da Espanha, possui grandes avenidas, centros comerciais, indústrias e etc [10]. Barcelona possui várias aplicações de cidades inteligentes, como um sistema de sensores implantados nos jardins, que verificam o nível de água e avisam os jardineiros quando é necessário regar. Possui também semáforos inteligentes, no qual quando é reportado um acidente, ele altera os semáforos para verde assim que a ambulância vai se aproximando, através do GPS da ambulância e análise de dados. Barcelona conta também com um sistema inteligente de ônibus onde através de análise de dados, são traçados os caminhos mais rápidos com menos interseções [1].

**Amsterdã** - Capital e cidade mais populosa da Holanda, sua área urbana possui aproximadamente 1.3 milhões de pessoas [11]. A iniciativa de tornar Amsterdã uma cidade inteligente começou em 2009, que iniciou vários projetos atuantes no seu território, desenvolvidos por residentes locais, governo e empresários. Com o propósito principal de diminuir o trânsito, melhorar a segurança da cidade e diminuição no uso de energia. Através de dispositivos conectados a uma plataforma via wireless, possibilitando a tomada de decisão em tempo real. Anualmente um evento chamado Amsterdã Smart City Challenge promove iniciativa de residentes para pôr em prática suas ideias em prol da melhoria da cidade. Como por exemplo, um residente desenvolveu um aplicativo chamado Mobypark que permite que donos de áreas de estacionamento aluguem suas vagas para outras pessoas, gerando assim dados de maiores demandas de estacionamento na cidade e onde estão acontecendo os maiores fluxos de veículos.

Também possui outras iniciativas atuando na cidade como iluminação inteligente, tráfego inteligente, medidores de energia inteligentes e etc [1].

### 3. IoT em "Farm to Fork"

#### 3.1 Por que "Farm to Fork"?

Até o presente capítulo foram apresentados uma introdução e conceito do que são Internet das Coisas e Cidades Inteligentes, apontando para casos reais e suas aplicações. A partir deste capítulo, o foco se concentra totalmente sobre o uso dos conceitos e tecnologias tratados voltados especificamente ao setor alimentício.

O significado do termo Farm to Fork, aqui utilizado, traduzido para o português como *Da Fazenda ao garfo*, procura abranger todo processo do cultivo até chegar ao consumidor final, envolvendo seus agentes e processos como cultivo e criação de animais, transporte, distribuição e varejo [12].

Dessa forma, neste capítulo se procura retratar, de forma breve, como o mundo vem tratando a questão, e quais previsões suportam a necessidade de uma mudança no setor alimentício, para que o mesmo possa acompanhar as tendências globais.

##### 3.1.1 Cenário Atual e Tendências

Atualmente o mundo passa por constantes mudanças em vários aspectos, como sociais, econômicos, demográficos, ambientais e outros. Esses fatores atingem diretamente e colocam em questão se o atual sistema do setor alimentício vai conseguir suportar essas mudanças.

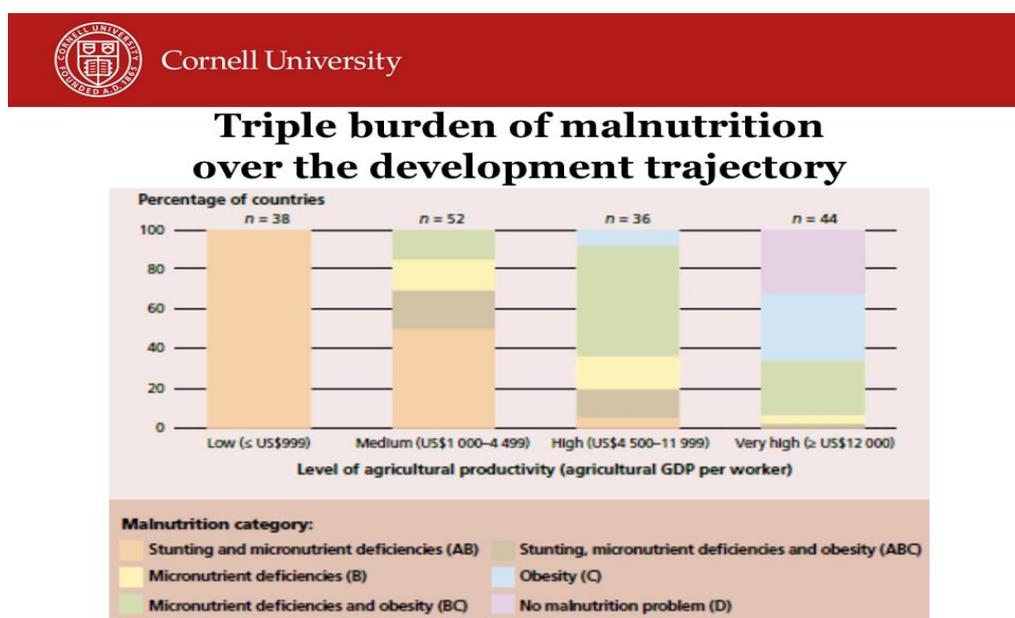
A demanda por alimento vem crescendo junto com mudanças demográficas e aumento da população, pois se espera atingir um número de 8.5 bilhões de pessoas no planeta até 2030. Segundo o censo realizado em 2010, 84% da população brasileira estava localizada em centros urbanos e esse número é previsto crescer até 91.1% em 2030 [13].

A coexistência da insegurança alimentar, desnutrição, sobrepeso e obesidade é conhecida por um termo chamado *Triple Burden of Malnutrition* [15]. Infelizmente essa é uma realidade e apresenta-se como uma grande ameaça a

saúde mundial, tendo em vista que mais de 2 bilhões de adultos são classificados como sobrepeso ou obeso e outros 2 bilhões sofrem de carência de micronutrientes, que pode levar a doenças e dificuldades no desenvolvimento [3].

Na figura 3, observa-se uma relação de países com problemas que fazem parte do *Triple Burden of Malnutrition*, com seu equivalente nível de produtividade agrícola, isto é, o PIB agrícola por trabalhador.

**FIGURA 3: Relação de países com Triple Burden of Malnutrition**



*Countries by malnutrition problem and ag productivity (SOFA 2013)*

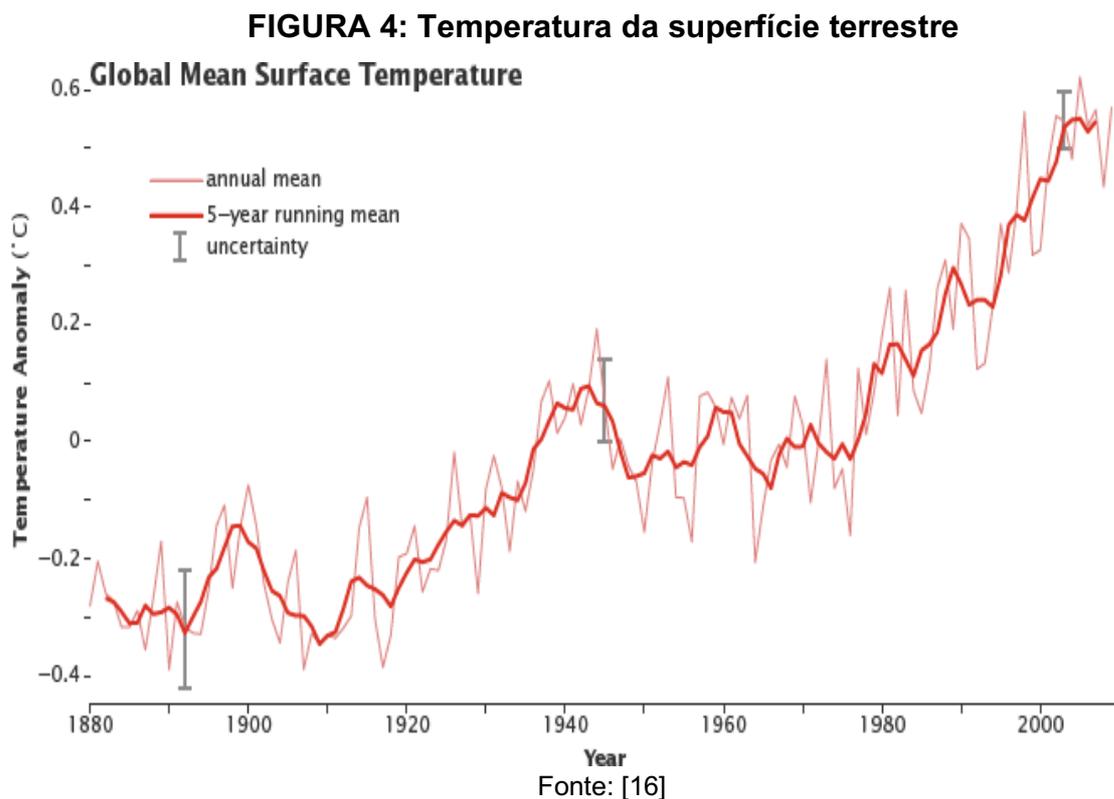
Fonte: [14]

Pode-se notar na figura 3, que os países com nível baixo de produtividade agrícola, a desnutrição é o principal problema nutricional, já no outro extremo, nos países de produtividade agrícola muito alta, percebe que boa parte desses países não possuem problemas de má nutrição e praticamente o resto sofre de obesidade. Deixando claramente evidente que a má nutrição está presente em todos países, mas com doenças diferentes.

O meio ambiente e recursos naturais também estão sofrendo grandes mudanças, através de práticas insustentáveis de agricultura que estão comprometendo os recursos naturais. O setor alimentício é responsável por 70% da retirada de água do meio ambiente, enquanto as práticas na agricultura são

responsáveis por quase 25% da emissão de gases do efeito estufa. Resultando desse uso insustentável é uma previsão de que a temperatura global possa subir em até 3.7°C até o ano de 2100, e que o preço dos alimentos suba 84% até 2050 [3].

A Figura 4 mostra a elevação da temperatura na superfície do planeta ao longo dos anos.



Ao lado desses processos, há também uma preocupação com respeito a questões de natureza geopolíticas. Recentemente ocorreram movimentos políticos isolacionistas e nacionalistas, o que coloca em cheque alguns acordos internacionais em questão que conseqüentemente, aumenta a preocupação com a insegurança alimentar [3].

Outra tendência certamente que vai influenciar no desenvolvimento do setor alimentício são as inovações tecnológicas. A tecnologia já tem impactado fortemente no modo como as pessoas se relacionam, comportam e trabalham. O

setor alimentício, conseqüentemente, também irá mudar os hábitos das pessoas. Inovações biológicas, edição de genes, robótica e outras inovações irão oferecer um grande leque de criação de novas ferramentas e práticas que serão usadas na produção, distribuição e varejo do setor alimentício [3].

Todas essas mudanças na sociedade podem ser debitadas a um mundo cada vez mais conectado através da Internet. De 2005 a 2015 o número de usuários conectados quadruplicou a Internet. Apesar desse progresso, uma boa parte dos habitantes do planeta ainda não consegue tal acesso [3].

### **3.2 Aplicações**

O termo *Farm to Fork* refere-se às etapas de produção, transporte e distribuição, e varejo [12]. Ou seja, é o ciclo completo de fases que compõem o setor alimentício, onde no processo de produção, alimentos derivados de plantas, frutas, sementes, animais e etc, são cultivados ou desenvolvidos. O processo de distribuição e transporte, é a fase onde o produto gerado na fase de produção é transferido para o destino final, seja esse destino final centro de distribuição, lojas, residências particulares, através de caminhões, navios, aviões e outros tipos de meio de transporte. No processo de varejo, está a fase com a tarefa de destinar os alimentos para o consumidor final, seja executada em supermercados, feiras ou até centro de distribuição.

Nas seções a seguir é abordado como IoT e cidades inteligentes juntas podem atuar para melhorar cada fase mencionada.

#### **3.2.1 Produção**

Quando se referencia o uso de IoT e Cidades Inteligentes aplicadas no setor alimentício, primeiramente imagina-se como essas tecnologias podem ajudar a melhorar os processos de produção e aumentar a quantidade de produtos gerados. Tal processo pode ser agregado ao que hoje se conhece como *livestock management*, ou seja, a gestão do estoque de material vivo [12].

Já é uma tendência para a agricultura o uso de sensores, dispositivos wireless e dispositivos mobile, para garantir uma melhor precisão na execução das atividades [3]. O termo *Smart farming*, também conhecido como *Precision agriculture*, é justamente referente a uma agricultura que usa tecnologias sensoras para fazer uma produção "inteligente" e precisa, através de tecnologias IoT e *livestock management*.

Na prática, os dispositivos IoT fornecem uma gama de informações como fatores ambientais, condições do solo, ambiente de produção em estufas, irrigação, fertilizantes e pestes, equipamentos de uso na produção e etc. Essas informações possibilitam a melhora nos métodos de agricultura e cultivo de produtos frescos. Aplicações de Wireless Sensor Network (Rede de sensores sem fio) são usadas para monitoramento em tempo real dos parâmetros previamente mencionados. Muitos estudos propuseram *smart farming* por usar sistemas WSN para cultivo de colheitas, para automatizar sistemas de irrigação, monitoramento ambiental e monitoramento de colheitas [12].

Aplicações WSN tornam-se mais úteis quando existe a integração com Global Positioning System, onde as mesmas podem capturar informações dos locais onde estão implantadas. Também é uma possibilidade a integração com a nuvem, onde o leque de possibilidades de aplicações e aprimoramentos pode ser incrementado. A integração de dispositivos sensores e *cloud computing* traz benefícios como armazenamento de dados na nuvem, desenvolvimento de serviços voltados a esses dados, melhor visualização dos dados colhidos, acesso centralizado e outras possibilidades. Para o agricultor isso resultaria em aplicações capazes de monitorar e gerenciar suas fazendas e pastos, gerenciar plantações e obter maior controle e acompanhamento dos produtos gerados, também não descartando a possibilidade de automação de métodos usados na produção.

No *livestock management*, o uso de tecnologias sensoras vem aumentando consideravelmente. Basicamente o *livestock management* trata de gerenciar e monitorar animais vivos, a fim de detectar riscos a sobrevivência, monitorar a saúde, detectar fertilidade e outras aplicações. Como exemplo poderia ser citada uma aplicação WSN para monitorar na criação de gados, ou um sistema com sensores

RFID para acompanhar e monitorar uma criação de peixes. Para visualizar como seria essa aplicação na prática, na figura 5 pode-se observar um projeto chamado *Sensorfish Project*, onde são feitas a criação e monitoramento de peixes.

**FIGURA 5: Sensorfish Project**



Fonte: [17]

Um caso de estudo de *livestock management* é o 'BOSCA' project [18], que era um sistema baseado na nuvem que continha tecnologias sensoras, onde esse sistema era capaz de prever o peso de uma ave e se estavam acontecendo algum desvio do curso normal de desenvolvimento, caso algo acontecesse os criadores eram notificados pelo sistema. Tudo isso foi possível através das tecnologias sensoras que analisavam em tempo real parâmetros como temperatura do ar, umidade do ar, concentração de dióxido de carbono e concentração de amoníaco [18].

O conhecimento extraído dessas tecnologias sensoras, quando principalmente integradas com soluções na nuvem, é bastante útil para assegurar qualidade na criação de animais e no cultivo. Esse conhecimento gerado é possível

graças a *data analytics*, que, com o passar dos anos melhores algoritmos são desenvolvidos, no que assegura resultados mais confiáveis e precisos. Estatísticas analíticas também são bastantes úteis para determinar padrões e prever cenários, como por exemplo ao analisar uma amostra do solo, comparando com estatísticas passadas pode-se traçar um perfil daquele solo e prever riscos biológicos, pestes e doenças possíveis, quais tipos de sementes são melhores para aquele tipo de solo, dentre outras vertentes que aquele solo pode levar a plantação.

### **3.2.2 Transporte e Distribuição**

O Transporte e distribuição são fases críticas no setor alimentício. Alimentos perecíveis são muito sensíveis a mudanças de temperatura, e um mal gerenciamento pode por em risco a qualidade do alimento. Pesquisas em IoT garantiram a criação de sistemas voltados a essa fase, com o aumento da consciência da sociedade sobre que tipo de alimento estão comendo, de onde veio e se está realmente saudável, a atenção a essa fase aumentou e consequentemente resultou em mais inovações e iniciativas [12].

Os sistemas iniciais eram focados em sistemas RFID para ter o acompanhamento do transportes dos alimentos [12], mas com o tempo percebeu-se ser necessário saber da condição do alimento, ou seja o quão fresco ele estaria, e se estaria mantido e transportado nas condições ideais. Com a integração de RFID com sensores de temperatura é possível fazer controle em transportes de peixes, vinho, carne, frutas, sucos e outros produtos que devem ser mantidos em temperaturas baixas [12].

Posteriormente com a fusão de RFID com sistemas WSN, tornou-se possível o acompanhamento das condições dos alimentos em tempo real [19]. Um estudo chamado *Context-aware inference model for cold-chain logistics monitoring* elaborado pelos autores V. J. L. Engel e S. H. Supangkat, em 2014 [19], propõe um modelo para logística de alimentos perecíveis, especificamente os que precisam ser mantidos em baixa temperatura, onde o uso dos dados gerados por RFID e WSN podem ser extraídos e minerados, de forma a fornecer informação valiosa para seus usuários, que o resultado é um modelo sensível ao contexto que pode alterar

dependente de variáveis externas, e tudo podendo ser acompanhado em tempo real [19].

A figura 6 demonstra um exemplo de como seria uma implantação de sensores RFID em peixes, desde a coleta até o varejo, com ênfase na distribuição onde são feitos o controle e o monitoramento, por ser um alimento perecível.

**FIGURA 6: Internet das coisas nas diversas fases do setor alimentício**



Fonte: [20]

Na figura 6 mostra um exemplo de uso de tecnologia RFID desde a coleta dos peixes, ainda no navio onde o alimento foi pescado, colocando informações sobre lugar e data de coleta nos lotes, na fase da distribuição a tecnologia RFID mantém um informativo sobre a temperatura dos alimentos em distribuição, e por fim RFID irá assegurar que o alimento está sendo entregue em boas condições de consumo.

Cidades inteligentes podem atuar nessa fase provendo melhores rotas para as cargas vindas por via terrestre ou marítima, priorizando as cargas que contenham alimentos perecíveis, assim poupando riscos a qualidade dos alimentos,

rapidez na entrega aos centros de distribuição e centros comerciais, economia de energia, dentre outros benefícios.

Alguns estudos que propõem arquiteturas para essa fase do setor alimentício [12], como soluções de resposta a emergência, sistemas de acompanhamento por tempo real usando outras tecnologias de internet das coisas, sistemas com foco no acompanhamento e monitoramento de cargas, containers de navios "inteligentes", os quais possuem sensores e são monitorados, dentre outras soluções. O uso de Internet das Coisas nessa fase ainda está incipiente. Existem várias propostas como as citadas, porém há uma carência de dados no que diz respeito ao custo de implementação, segurança e quão efetiva foi a colaboração dessas tecnologias [12].

### **3.2.3 Vendas e Varejo**

Vendas e varejo são a fase seguinte às do transporte e distribuição. Entregar alimentos e produtos de boa qualidade e frescos não é o suficiente para atrair clientes, nem estimular uma dieta mais saudável nos consumidores. Vendedores precisam considerar o uso do espaço de venda, gerenciamento de estoque (principalmente dos produtos perecíveis), saber das tendências dos seus consumidores, gerenciamento do tempo de prateleira dos produtos e outras necessidades [12].

Uma combinação de Internet das Coisas com *data analytics* pode gerar aplicações e sistemas que auxiliam na solução dos desafios até então mencionados, melhorando na entrega de produtos e incrementando os lucros. Nessa fase do setor alimentício, Internet das Coisas pode atuar principalmente como reforço em fidelidade do cliente, gerenciamento de estoque, meios de lucro alternativos, economia de energia e outros [12].

Um exemplo de aplicação focada na fidelidade do cliente são os cartões de fidelidade, que têm por finalidade atrair consumidores, estudar seus hábitos de compras, avaliar tendência e aceitação no mercado, e moldar negócios através da informação gerada pelos compradores, tudo isso através de mineração de dados. Sensores com tecnologias Near Field Communication integrados com sistemas de

*data analytics*, são usados em várias lojas para conectar produtos com cartões fidelidade dos seus clientes [12], ajudando a melhorar a organização do estabelecimento, no que diz respeito à localização dos produtos na loja, de forma a atingir uma melhor experiência aos seus consumidores. Outros tipos de incentivos a fidelização de clientes como pontos trocados por presentes não se mostraram tão eficientes no mercado [12].

Um ponto crítico na experiência do consumidor ao fazer as compras é a disponibilidade de produtos na prateleira, em inglês esse termo é conhecido como *On-shelf availability* (OSA) [12]. Basicamente a maioria das lojas utiliza dois métodos para reposição de itens nas prateleiras, o primeiro e mais rudimentar é quando os próprios funcionários do estabelecimento percorrem a loja verificando a quantidade de itens nas prateleiras, tomando nota do que está em falta, o segundo método é através do uso de sistemas de inventário que mantêm controle de todo o estoque e alerta quando algum produto está prestes a acabar.

Internet das coisas atua nesse segmento com sensores distribuídos nas lojas, verificando quantidade de produtos, interação de consumidores, peso das prateleiras e outras variáveis, e tudo isso integrados com sistemas de *data analytics* na nuvem. A partir do momento que esses sensores geram meta dados, são interpretados e minerados, somados a variáveis externas e internas que podem influenciar a necessidade do aumento ou diminuição do estoque. Deste momento em diante, o varejista pode acompanhar tudo isso em tempo real, dando um apoio mais preciso na tomada de decisão.

A figura 7 mostra um exemplo de aplicação de Internet das Coisas no varejo, apontando quais benefícios poderiam ser gerados tanto nas lojas físicas quanto na logística e na matriz.

**FIGURA 7: Internet das coisas aplicada no varejo**



Fonte: [20]

A figura 7 basicamente exemplifica como seria o uso de internet das coisas em 3 ambientes, varejo, logística e matrizes. No varejo é citado exemplos como inovando vendas, com promoções dinâmicas para cada tipo de público que se aproxima nas máquinas de venda, outro exemplo que pode-se perceber da figura 7 é a integração de prateleiras inteligentes com dados de promoções, para determinar quais ações de merchandising são mais precisas dentro da loja.

Também existem várias iniciativas tomadas no varejo [12], como carrinhos de compras inteligentes, onde todos eles são localizados internamente através de GPS, no qual se reforça uma boa experiência ao consumidor ao oferecer promoções referentes à sua localização dentro da loja. Outro exemplo são os supermercados onde não é preciso esperar em filas para fazer pagamentos [12], através de sensores RFID, códigos de barras, sensores de peso, Bluetooth e localização. Nesses casos, consumidores conseguem fazer compras sem precisar perder muito tempo em espera, onde somente é necessário mostrar um documento com foto que foi previamente cadastrada. A ideia é que o pagamento seja feito

através de cartões cadastrados no smartphone do usuário, onde esse consumidor será identificado através de sensores espalhados pelo espaço da loja.

## 4.Casos de Estudo

Neste capítulo são abordados casos de estudo sobre a implementação de Internet das Coisas e Cidades Inteligentes no setor alimentício em escala geográfica global onde são observadas diferentes culturas, etnias, religiões e principalmente diferentes realidades financeiras.

A Holanda é um grande exemplo de sucesso na agricultura, que mesmo sendo um país tão pequeno, está entre os maiores agentes no setor alimentício mundial. [21] Mais de 33% dos acordos mundiais em sementes de vegetais originam-se na Holanda, mesmo sendo localizado relativamente perto do ártico, através das fazendas com temperaturas controladas, a Holanda consegue ser líder em exportação de tomate, que é uma fruta normalmente cultivadas em países de temperaturas mais elevadas [21]. A Holanda também é líder em exportações de batata e cebola [21]. Tais evidências permitem levantar a questão: como um país relativamente pequeno, a poucas mil milhas do ártico, com uma população aproximadamente de mil e trezentos habitantes por milha quadrada, consegue ser o segundo maior exportador de alimentos do planeta [21] (medido por valor) ?

Um caso que reflete bastante essa realidade da Holanda, e do porquê ela estar no topo no que diz respeito a exportações de alimentos, é o caso do fazendeiro Holandês Jacob van den Borne [21]. Na sua fazenda existe um centro de controle onde ele pode acompanhar o status da saúde química do solo, irrigação, nutrientes, crescimento das plantações com precisão de até individual de cada planta, tudo isso através de drones e tratores controlados por ele no centro de controle.

Esse holandês e seus colegas fazendeiros tomaram uma iniciativa desde 2000, que tinha como missão dobrar a quantidade de comida com metade do número de recursos, e a partir daí começaram a adotar práticas de *precision farming* ou como é mais conhecido *smart farming*. O resultado foi bastante positivo, a redução do uso de água nas atividades regulares foi quase 90%, a diminuição de uso de antibióticos em livestock foi quase 60%, eliminaram quase totalmente o uso de pesticidas em estufas, dentre outros resultados positivos. Na fazenda de Jacob

van den Born, sua produção de batatas chega a atingir 20 toneladas por acre, onde a média global é de 9 toneladas por acre [21].

Ainda em termos de evidências, é possível citar a Wageningen University & Research (WUR), conhecida mundialmente por ser a melhor universidade de pesquisa e inovações tecnológicas voltadas à agricultura. Essa universidade fornece suporte e incentivos a inovações nessa área, várias fazendas experimentais e startups têm sido criadas nessa região, que foi apelidada de *Food Valley*, fazendo referência à *Silicon Valley*, na Califórnia, Estados Unidos.

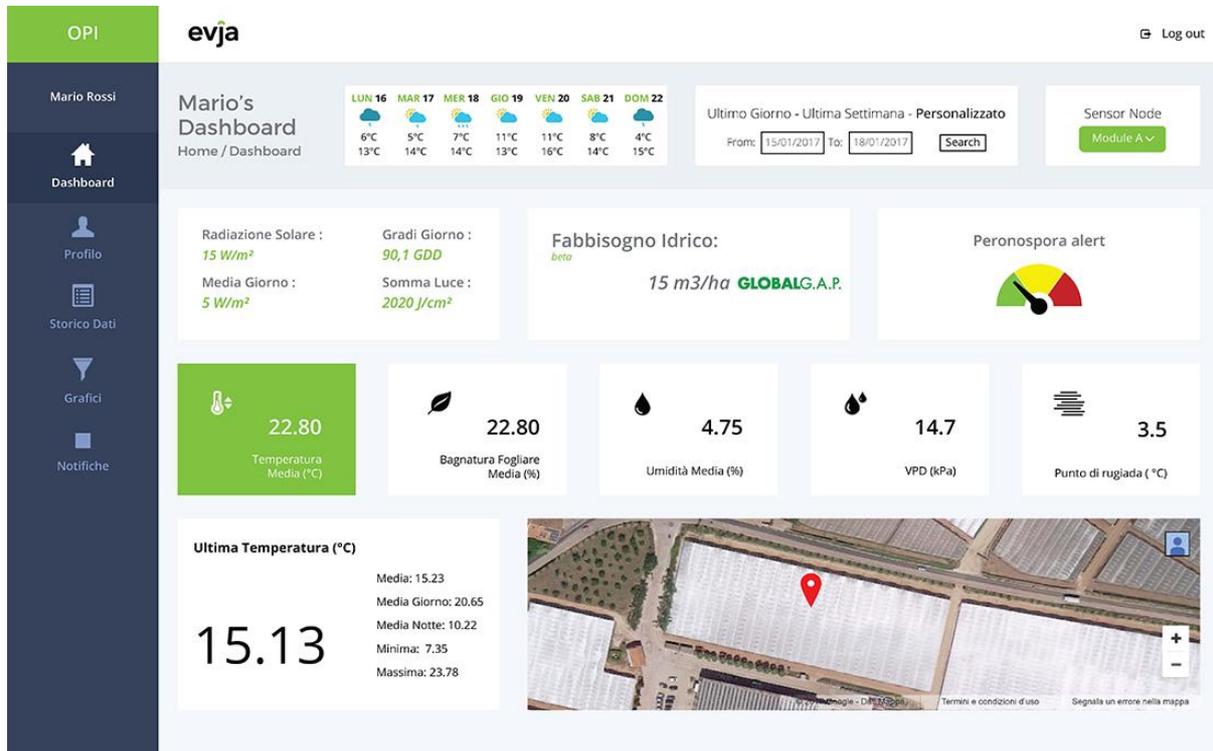
Com a mudança de hábitos na sociedade, a demanda por salada e vegetais tem aumentado consideravelmente. Um exemplo disso foi um estudo feito por HortScience [22], que levantou dados sobre supermercados dos Estados Unidos, onde a venda de saladas prontas cresceu de 197 milhões de dólares em 1993, para 2.7 bilhões de dólares em 2018 [22].

Neste mesmo segmento, na cidade de Salerno, Itália, uma startup conhecida como EVJA que trabalha com internet das coisas e *Smart Agriculture*, implantou um projeto chamado **“baby leaves” fourth-generation vegetables** [22], que traduzido quer dizer a quarta geração de "folhas bebê". Neste projeto foi criado um sistema que integrou sensores à uma plataforma na nuvem, e cujo resultado foi um sistema de apoio a decisão que leva em consideração fatores observados internamente nas estufas pelos sensores, como umidade do ar, luz solar, umidade dos vegetais, temperatura e pressão do ar, com fatores externos como previsão do tempo, eventos naturais e outros sinistros que poderiam afetar o desenvolvimento da plantação.

Esse sistema de apoio a decisão impactou na diminuição do uso de pesticidas, aumento na velocidade do desenvolvimento dos vegetais, diminuição no uso de água para irrigação, dentre outros benefícios. Basicamente o sistema é composto de sensores fabricados pela Libelium, que são distribuídos dentro da estufa, no qual esses sensores através de tecnologia 4G e LoRaWAN enviam dados coletados para um sistema desenvolvido pela EVJA, que fica sendo hospedado pela plataforma Microsoft Azure, onde neste sistema, os dados são tratados e

processados, e por fim exibidos de maneira amigável aos usuários [22]. A figura 8 mostra o dashboard do sistema, onde o usuário poderá acompanhar tudo em tempo real e onde estiver.

**Figura 8: Dashboard do sistema OPI EVJA**



Fonte: [22]

Nesse dashboard exibido na figura 8, pode-se perceber a quantidade de informação referente às plantas e ao local que os sensores estão coletando, informações como temperatura local, umidade do ambiente, radiação solar dentre outras. E também pode-se perceber previsões meteorológicas como também um medidor de alerta para fungos e parasitas, que mede o quanto de risco que a plantação está passando.

No cultivo de uvas para fabricação de vinho, vários fatores externos influenciam o resultado final, fatores como chuvas, secas, temperatura, umidade do ambiente e nível de gás carbônico. Especificamente a umidade do ambiente e gás carbônico afetam diretamente a qualidade do vinho, podendo alterar a acidez das uvas no que conseqüentemente afeta a duração que aquele vinho pode ter [22]. Por essas razões, a Smart farming ganhou atenção dos cultivadores de uvas para vinhos.

O Líbano sempre foi o centro da indústria de vinhos, por sua história e capacidade como produtor de uvas. Uma empresa privada libanesa chamada Libatel, desenvolveu ferramentas baseadas em internet das coisas e cloud computing voltadas à agricultura e cultivo de uvas, onde seu foco principal é analisar informações retiradas do solo e do clima local, para prever a qualidade das uvas [23]. O método de implantação é adicionar vários sensores em plantações de uvas, onde esses sensores monitoram em tempo real variáveis como umidade do ar, temperatura, umidade do solo, entre outros. Essas informações são enviada para sistemas na nuvem desenvolvidos pela Libatel, onde após a filtragem desses dados, os usuários podem acompanhar em qualquer dispositivo que tenha conexão com a internet. O resultado dessa implantação é maior poder de decisão para os donos dos vinhedos, por ter uma alta precisão nas informações fornecidas também melhora a tomada de decisões quando há mudanças e novas circunstâncias aparecem.

Nas fazendas produtoras do vinho Château Kefraya, a Libatel deu início a um projeto chamado *Precision Viticulture* [23], onde implantaram vários sensores produzidos pela empresa Libelium, no qual esses sensores capturam informações como radiação solar, temperatura, umidade, pressão atmosférica, temperatura do solo, dentre outros, onde essas informações captadas são enviadas via LoRaWAN para um gateway, e desse gateway as informações são passadas via tecnologia 3G para os servidores privados da Libatel. A partir daí, nos servidores da Libatel essas informações são processadas, tratadas e exibidas no dashboard, em tempo real. Os usuários podem acompanhar o status de qualquer dispositivo que conecte a plataforma. O vinhedo de Château Kefraya tornou-se o primeiro vinhedo Smart Vineyard do Líbano [23].

## **5.Considerações Finais**

No capítulo 3 é apresentado o cenário atual e tendências mundiais que afetam diretamente o setor alimentício, deixando claro que é necessário uma melhora na produção de alimentos, pois com o aumento do número de pessoas habitando o planeta torna-se necessário mais alimento para manter essa demanda, também foi apresentado que o uso de recursos naturais devem ser drasticamente reduzidos, pois o uso desacelerado vai levar a escassez e instabilidade em todo o mundo.

No capítulo 4, é apresentado casos de uso de Internet das Coisas especificamente na fase de produção do setor alimentício, e seus respectivos resultados. Como resultado, pode-se destacar a diminuição no uso de agrotóxicos, diminuição no uso de água e outros recursos e aumento na quantidade de alimento produzido. O que são resultados bastantes positivos tendo em vista todas as previsões e tendências mundiais, ao qual estes resultados atacam diretamente nos pontos onde o setor alimentício requer mudança. A fase da produção, no setor alimentício é a mais crítica por ser o fator determinante de como as fases seguintes irão se comportar, portanto, deverá ser a primeira área a ser reestruturada para uma resposta mais rápida às mudanças globais, e o uso de Internet das Coisas nessa fase mostrou resultados que possibilitaram uma evolução que atende as mudanças externas.

## 6. Conclusão

Embora Cidades Inteligentes e Internet das Coisas ainda não sejam realidade em muitos países, por vários motivos como economia, cultura e até incentivo tecnológico, os casos de estudo apresentados mostram evidentes benefícios dessas aplicações voltadas ao campo, benefícios como aumento de produtividade e conservação dos recursos naturais usados.

Infelizmente as previsões globais não são nada animadoras no que diz respeito à evolução da urbanização, onde são salientes os seguintes fenômenos: é previsto que em 2030 teremos 8,5 bilhões de pessoas no planeta [3] e em 2050 esse número pode chegar a atingir 10 bilhões de pessoas [21], o aumento da temperatura do planeta também poderá ser um fator altamente preocupante, os recursos naturais (no ritmo do atual desenvolvimento) estão seriamente comprometidos. Do ponto de vista da sustentabilidade do setor de alimentos no mundo, este setor, chega a usar 70% da água retirada do meio ambiente e também é um grande contribuidor para o efeito estufa, dentre outras previsões nada otimistas [3].

Desta forma, como visto neste trabalho, se faz necessário uma mudança nos métodos e processos em que se baseia atualmente o desenvolvimento das nações, para que seja possível, ao mesmo tempo, aumentar a quantidade de alimentos produzidos, garantir maior qualidade dos alimentos (principalmente os perecíveis) e diminuir drasticamente o uso de recursos naturais.

Internet das Coisas e Cidades Inteligentes são uma potencial tendência na direção de poder garantir que todas as pessoas tenham acesso à uma boa alimentação. Esse potencial existe, e se faz relevante, justamente porque é possível constatar problemas graves como pessoas passando fome, que estão abaixo da linha da miséria, e ao mesmo tempo o índice de desperdício de comida chega a ser assustador em alguns países [3].

Este estudo procurou explorar como Cidades Inteligentes e Internet das Coisas podem contribuir para o setor alimentício. Os resultados encontrados

permitem afirmar que a integração desses dois conceitos têm demonstrado um impacto positivo no setor alimentício. Ao possibilitar ganhos de desempenho nos processos de tomadas de decisões, possibilita um acompanhamento em tempo real até apoio na tomada de decisões, através de algoritmos computacionais que levam em consideração fatores internos e externos ao setor alimentício, percebe-se a conquista de enormes benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Se o setor alimentício não acompanhar o aumento da demanda assim como mudanças e tendências globais, se a urbanização descontrolada continuar e as cidades não tiverem estrutura para suportar o aumento na demanda de atividades e serviços públicos e a quantidade de água e combustíveis fósseis diminuir drasticamente, bilhões de pessoas irão passar fome e esse será o maior problema que o mundo irá enfrentar no século 21.

## 6.Referências

1. Wikipedia, **Smart city**, disponível em :  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_city](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city)> Acesso em 15 de setembro de 2017
2. Wikipedia, **Internet of things**, disponível em :  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)> Acesso em 15 de setembro de 2017
3. Web, **Shaping the Future of Global Food Systems: A Scenarios Analysis**, disponível em:  
<[http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/NVA/WEF\\_FSA\\_FutureofGlobalFood\\_Systems.pdf](http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/NVA/WEF_FSA_FutureofGlobalFood_Systems.pdf)> Acesso em 15 de setembro de 2017
4. Wikipedia, **Kevin Ashton**, disponível em :  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Kevin\\_Ashton](https://en.wikipedia.org/wiki/Kevin_Ashton)> Acesso em 20 de setembro de 2017
5. Wikipedia, **Auto-ID Labs**, disponível em : [https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-ID\\_Labs](https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-ID_Labs)> Acesso em 20 de setembro de 2017
6. Libelium, **Infographic**, disponível em :  
<[http://www.libelium.com/resources/top\\_50\\_iot\\_sensor\\_applications\\_ranking/](http://www.libelium.com/resources/top_50_iot_sensor_applications_ranking/)> Acesso em 26 de setembro de 2017
7. LinkedIn, **Libelium**, disponível em:  
<<https://www.linkedin.com/company/libelium/>> Acesso em 15 de outubro de 2017
8. Web, **Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras**, disponível em:  
<[http://www.redbcm.com.br/arquivos/bibliografia/cidades\\_inteligentes-casos\\_e\\_perspectivas\\_para\\_as\\_cidades.pdf](http://www.redbcm.com.br/arquivos/bibliografia/cidades_inteligentes-casos_e_perspectivas_para_as_cidades.pdf)> Acesso em 20 de outubro de 2017
9. Web, **Rio é premiado em evento de cidades inteligentes**, disponível em:  
<<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=7109233>> Acesso em 22 de outubro de 2017
10. Web, **Cidade de Barcelona, agito, cultura e vida noturna**, disponível em:  
<<http://blog.descubraomundo.com/espanha/cidade-de-barcelona/>> Acesso em 25 de outubro de 2017

11. Wikipedia, **Amsterdam**, disponível em:  
<<https://en.wikipedia.org/wiki/Amsterdam>> Acesso em 26 de outubro de 2017
12. Revathi Nukala, Krishna Panduru, Andrew Shields, Daniel Riordan, Pat Doody, Joseph Walsh, **Internet of Things: A review from 'Farm to Fork'**, IEEE, 2016
13. Web, **Em 2030, 90% da população brasileira viverá em cidades**, disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2016/10/em-2030-90-da-populacao-brasileira-vivera-em-cidades>> Acesso em 19 de novembro de 2017
14. Web, **Poverty, Malnutrition and Environmental Degradation: Towards Solutions-Oriented Research**, disponível em:  
<<http://slideplayer.com/slide/11697490/>> Acesso em 20 de novembro de 2017
15. Web, **Overcoming the triple burden of malnutrition in the MENA region**, disponível em : <<http://www.ifpri.org/blog/overcoming-triple-burden-malnutrition-mena-region%E2%80%A8>> Acesso em 21 de novembro de 2017
16. Web, **Global Warming**, disponível em:  
<<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page2.php>>  
Acesso em 22 de novembro de 2017
17. Web, **The Future Of Agriculture? Smart Farming**, disponível em:  
<<https://www.forbes.com/sites/federicoguerrini/2015/02/18/the-future-of-agriculture-smart-farming/#5af7afac3c42>> Acesso em 22 de novembro de 2017
18. Patrick Jackman, Shane Ward, Liam Brennan, Gerard Corkery, Ultan McCarthy, **Application of wireless technologies to forward predict crop yields in the poultry production chain**, CIGR Journal, 2015
19. Ventje Jeremias Lewi Engel, Suhono Harso Supangkat, **Context-aware inference model for cold-chain logistics monitoring**, IEEE, 2015
20. Web, **How the INTERNET OF THINGS is revolutionizing RETAIL**, disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/how-internet-things-revolutionizing-retail-usman-shariff/>> Acesso em 27 de novembro de 2017
21. Web, **This Tiny Country Feeds the World**, disponível em:  
<<https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/09/holland-agriculture-sustainable-farming/>> Acesso em 29 de novembro de 2017

22. Libelium, **Smart Agriculture project in Salerno (Italy) to monitor “baby leaves” fourth-generation vegetables production for an efficient use of fertilizers and irrigation**, disponível em: <<http://www.libelium.com/smart-agriculture-project-in-salerno-italy-to-monitor-baby-leaves-fourth-generation-vegetables-production-for-an-efficient-use-of-fertilizers-and-irrigation/>> Acesso em 29 de novembro de 2017
23. Libelium, **The first Smart Vineyard in Lebanon chooses Libelium’s technology to face the climate change**, disponível em : <<http://www.libelium.com/the-first-smart-vineyard-in-lebanon-chooses-libeliums-technology-to-face-the-climate-change/>> Acesso em 29 de novembro de 2017