# Utilização da Internet das Coisas e da Plataforma Arduino para o Controle da Qualidade do Leite: Uma Revisão Sistemática

Katiane de Oliveira Comachio (UTFPR-Campus Medianeira) katiane.d.o@hotmail.com
Silvana Ligia Vincenzi (UTFPR-Campus Medianeira) sligie@globo.com

**Resumo:**
A oferta de sensores para as mais diversas aplicações tem impulsionado o estudo de tecnologias de baixo custo e o fortalecimento do conceito de Internet Of Things (Internet das Coisas). Com tecnologias mais acessíveis, o mercado exige melhoria e garantia da qualidade de produtos, com isso a Internet das Coisas se torna aliada na busca dos padrões. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a metodologia e evolução dos estudos já realizados sobre a utilização da Internet das Coisas e da Plataforma Arduino para controle da qualidade do leite, a partir de uma revisão sistemática. Para tanto, utilizou-se um protocolo de pesquisa, onde foram pesquisados artigos indexados no período de 2000 a 2019 (aprovados na revisão) em seis bases eletrônicas: Plataforma Capes, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Scielo e Google acadêmico. Este procedimento resultou na seleção de 25 artigos científicos, extraídos do montante de 4978 resultados computados nos mecanismos de pesquisa selecionados, alcançando um índice de aproveitamento de 0,5%. Foi possível constatar que a maioria dos artigos selecionados eram na língua inglesa e oriundos da Plataforma Capes e Scopus, como também uma certa evolução das técnicas empregadas para estudos na agricultura e automação industrial. Além disso, há um crescimento considerável no número de artigos a partir de 2010, tendo como um dos fatores associados, a utilização de sensores diversos nas mais diversas aplicações (casa, agricultura, indústria). No entanto, é necessário maior esforço da comunidade científica para a melhoria das metodologias empregadas na indústria, visando o controle e segurança dos alimentos.
**Palavras chave**: Automação Industrial, Sensores, IoT.

# Use of the Internet of Things and the Arduino Platform for the control of the quality of milk: a systematic review

**Abstract:**
The offer of sensors for the different applications jas promoted the study of low-cost technologies and the conception rise of Internet Of Things. With more accessible technologies, the market demand improvement and product quality assurance and so the Internet of Things becomes allied for create patterns. The objective of this work was to compare the methodology and evolution of the studies already done on the use of the Internet of Things and the Arduino Platform to control milk quality, based on a systematic review. For this, was used a research protocol, where articles indexed in the period from 2000 to 2019 (approved in the review) were searched in six electronic databases: Capes, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Scielo and Google Scholar. This procedure resulted in the selection of 25 scientific articles, extracted from the 4978 results computed in the selected search engines, thus achieving a utilization rate of 0.5%. It was possible to verify a greater number of articles selected written in the English language and coming from the Capes and Scopus Platform, as well as a certain evolution of the techniques used for studies in agriculture and industrial automation. In addition, there is a

considerable increase in the number of articles as of 2010, with one of the associated factors being the use of different sensors in the most diverse applications (home, agriculture, industry). However, a greater effort is needed by the scientific community to improve the methodologies employed in the industry, aiming at food safety and control.
**Key-words:** Industrial Automation, Sensors, IoT.

## 1. Introdução

O leite é considerado um alimento de alto valor nutricional, pois em sua composição apresenta elevado teor de gordura, proteína, carboidrato, minerais e vitaminas. Em contrapartida, devido a ação de microrganismos advindos da manipulação na coleta, o leite sofre alterações nas suas propriedades organolépticas, físico-químicas e microbiológicas muito rapidamente se não for conservado de maneira adequada (RECHE, 2013).

No início do século XXI, impulsionado pelo cenário competitivo, o setor de produção leiteira no Brasil ganhou incentivo da indústria para aderir às novas tecnologias. Para Cortinhas (2013), foi uma maneira de manter a produtor rural no mercado competitivo de leite, melhorar a qualidade do leite cru e aumentar a produtividade. Dessa forma, o Ministério da Agricultura e Abastecimento publicou a Instrução Normativa nº51 de 18 de setembro de 2002 para monitorar a qualidade do leite por meio da determinação do resfriamento obrigatório na propriedade rural em que é produzido e resíduos de antibiótico no leite (BRASIL, 2002). Em 2011, entrou em vigor a Instrução Normativa nº62 que define novos parâmetros de qualidade e critérios de avaliação do leite cru refrigerado, estabelecendo prazos para a implantação de limites legais de Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT) (BRASIL, 2011). Segundo Pinto et al. (2006) é possível minimizar o crescimento microbiano e de bactérias psicotrópicas quando se tem condições higiênicas adequadas de produção, armazenamento e transporte, bem como refrigeração em todas as etapas antes da industrialização.

Entretanto, não é apenas a composição microbiológica que afeta a qualidade do leite, mas também a composição físico-química. Assim como a microbiológica, a físico-química varia de acordo com diversos fatores, como raça do animal, genética individual, gestação, ciclo estral, estações do ano, temperatura, idade, lactação, tamanho do animal, alimentação e condição patológica (principalmente mastite) (RECHE, 2013). Além disso, elevados índices de contaminação microbiana afetam diretamente a composição físico-química do leite, como acidificação, coagulação, alteração da cor, viscosidade, dentre outros (MARTINS et al., 2008).

Os produtos de origem animal são substanciais à saúde pública, por isso o monitoramento da qualidade por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos tornam-se obrigatórios (MARTINS et al., 2008). De acordo com a IN nº62 de 2011, a periodicidade das análises físico-químicas do leite (gordura, acidez titulável, densidade relativa, índice crioscópico, sólidos não gordurosos e alizarol) deve ser diária, quantas vezes forem necessárias e a periodicidade das análises microbiológicas (CBT, CSS e resíduo de antibiótico) deve ser pelo menos uma vez ao mês (BRASIL, 2011).

Devido às exigências dos mercados nacional e internacional, muitos laticínios se adequaram às normas de qualidade e segurança alimentar, mas o grande problema é garantir qualidade do leite que chega a essas unidades de beneficiamento. Por isso, os produtores são pressionados a melhorarem a qualidade do leite fornecido aos laticínios, seja para atender a legislação ou pela remuneração por critério de qualidade que ocorre em algumas regiões brasileiras (SILVEIRA et al., 2017). Porém, prover alimentos seguros, de qualidade e com uso sustentável da base de

recursos naturais é o grande desafio do agronegócio.

Nos últimos anos, impulsionados pela necessidade de automação de processos, muitos pesquisadores têm se dedicado à pesquisa e implantação de dispositivos e equipamentos que garantam a qualidade e segurança dos alimentos antes e depois do processamento (ARAÚJO, 2012; GIMENES e PEREIRA, 2015; BABU et al, 2018; FATANI et al., 2018). Um dos conceitos desenvolvidos e amplamente utilizado é Internet of Things, Internet das Coisas em Português, mencionada pela primeira vez em 1999, por Kevin Ashton. Define-se como um "sistema de computação de dispositivos inter-relacionados", onde os objetos em questão, sejam eles mecânicos, digitais, objetos inanimados ou pessoas, são equipados com identificadores únicos, assim contribuindo para a transferência de dados através de uma rede sem a interferência de humanos ou computadores (COSTA, 2018).

O conceito de IoT proporcionou a criação e utilização de plataformas de programação, que contribuem para a transferência de dados entre os dispositivos relacionados. Um exemplo é a plataforma Arduino. A plataforma Arduino é um sistema "aberto", tanto em hardware como em software, ou seja, ela apresenta fácil integração com os diversos dispositivos e isso alavancou a oferta de sensores para as mais diversas aplicações. Além disso, a plataforma Arduino está disponível em grande especificidade e com custos relativamente baixos. Embora o setor industrial seja relutante à essa tecnologia, a plataforma Arduino tem conquistado o desenvolvimento de muitas aplicações e se mostrado eficaz na tomada de decisões, já que apresenta facilidade na comunicação e interligação com diferentes tipos de sensores, permite a programação nas linguagens C e C++, possui diversidade de protocolos facilitando o desenvolvimento de projetos de grande complexidade, permite a transferência do programa para o Arduino através de um cabo USB e apresenta resultados imediatos (ARAÚJO, 2012).

## 2. Metodologia

A sistemática da pesquisa foi baseada na metodologia proposta por Kitchenham et al. (2009) com a formulação de um protocolo de pesquisa e definição da busca eletrônica em sites e bases indexadas. Para conduzir a pesquisa foram elaboradas as questões abaixo:

- Quais razões podem ter influenciado o maior ou menor número de publicações?
- Quais são as medidas mitigatórias apontadas pelos autores estudados com relação à qualidade do leite?
- Quais foram as metodologias aplicadas à indústria alimentícia que utilizaram a plataforma Arduino?
- Quais as limitações encontradas pelos autores relacionadas ao uso da plataforma Arduino?

Após a elaboração das questões norteadoras, adotou-se algumas estratégias de pesquisa, como a fonte de pesquisa (site e bases de busca), idioma dos trabalhos, os tipos de documentos, ano de publicação, palavras-chaves e a aplicabilidade dos trabalhos.

Para a fonte de pesquisa, foram selecionadas seis principais bases de busca e sites relacionados às universidades e eventos, conforme a Tabela 1.

| Bases de Busca | Endereço Eletrônico |
|---|---|
| Plataforma Capes | http://www.periodicos.capes.gov.br/ |
| Scopus | https://www.scopus.com/ |
| Web of Science | http://apps-webofknowledge.ez48.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?pr |

| | |
|---|---|
| | oduct=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=6AFi9qW3F8JY9hXFacc&preferencesSaved= |
| Science Direct | https://www.sciencedirect.com/ |
| Google Acadêmico | https://scholar.google.com.br/ |
| Plataforma Scielo | http://www.scielo.br/ |

Fonte: Autoria Própria

Tabela 1 – Bases de busca e endereços eletrônicos pesquisados

A Plataforma Capes, o Scopus, o Web of Science e o Science Direct foram escolhidos para otimizar o número de artigos sobre o tema, já que é possível ampliar o alcance das palavras-chave e são ferramentas de buscas utilizadas em sua grande maioria por pesquisadores. Conforme Miranda et al. (2017), o Google Acadêmico é uma ferramenta que proporciona comparar a quantidade de trabalhos acadêmicos, artigos científicos e pesquisas disponibilizados ao público não especializado. A Plataforma Scielo é uma plataforma iniciada no Brasil e que contém artigos escritos em português.

A escolha dos idiomas foi de acordo com a linguagem materna e com a linguagem científica universal, português e inglês, respectivamente. O intervalo de tempo compreende a 19 anos, incluídos os artigos publicados entre 2000 e 2019. As palavras-chave estão dispostas na Tabela 2.

| Português | Inglês |
|---|---|
| Qualidade do leite | Milk Quality |
| Fraudes no leite | Milk Frauds |
| Adulteração do leite | Milk Adulteration |
| Arduino e internet das Coisas | Arduino, iot |
| Arduino, internet das coisas e agricultura | Arduino, iot, agriculture |
| Sensores, internet das coisas e agricultura | Sensors, iot, agriculture |
| Arduino, sensores e internet das coisas | Arduino, sensors, iot |

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 – Palavras utilizadas na busca dos trabalhos

Para otimizar a pesquisa e facilitar a busca por combinação entre as palavras, optou-se por utilizar os operadores “OR” ou “AND” para as palavras-chave mencionadas na Tabela 2. Além disso, alguns critérios de inclusão foram adotados para filtrar a pesquisa, tais como artigos científicos disponíveis na íntegra, metodologias claras, publicações em revistas/periódicos classificadas pelas Qualis Capes.

Os artigos foram selecionados observando a seguinte sistemática: Primeiro, selecionou-se o artigo por meio do título, sempre considerando a relevância com o tema. Depois, em cada artigo selecionado, foi feita a leitura do resumo. E, por fim, os artigos foram selecionados considerando a classificação na Qualis Capes, na qual acarretou na escolha de apenas 25 artigos.

## 3. Resultados e Discussões

Com elevado valor nutricional para a saúde humana, o consumo de leite tem aumentado rapidamente em várias regiões do mundo e isso tem motivado ações fraudulentas e adulteração do leite. Para Ghasemi-Varnamkhasti et al. (2017) a fraude no leite inclui atividades ilegais, como excesso de execução, roubo, desvio, falsificação e também adulteração. Já a adulteração é uma subcategoria de fraude, que pode ser definida como a adição ilegítima de compostos químicos ao leite com o objetivo de aumentar o peso para a venda, aumentar a vida útil e/ou melhorar a aparência do leite. Nascimento et al. (2017) acrescenta que “o leite pode ser

adulterado para ganho financeiro ou devido a más condições de higiene de processamento, armazenamento, transporte e comercialização".

Para Nascimento et al. (2017), em algumas situações, especialmente naquelas onde há mistura de adulterantes, os métodos recomendados para avaliar a qualidade do leite demonstram falha na detecção. Devido ao aumento dos esforços em impedir que as fraudes e adulterações aconteçam e, como consequência, reduzam a qualidade do leite, várias pesquisas apontam para melhoria nos equipamentos. Além de elaborar equipamentos que sejam capazes de detectar esse tipo de acontecimento, as pesquisas mostram que essas inovações devem apresentar baixo custo de compra e manutenção e que sejam de fácil manuseio.

Babu et al. (2018) destacam que muitas revisões de literatura estão abordando a qualidade e segurança de alimentos, principalmente quando se refere ao processo de transporte e serviço de alimentos. Graças aos avanços da tecnologia no campo da Internet das Coisas é possível testar a qualidade dos alimentos considerando vários fatores integrados. A popularização da placa Arduino é um dos avanços tecnológicos em questão. Segundo Amorin et al. (2015), nos últimos anos, a placa Arduino conquistou diversas aplicações e, com ela, houve um aumento expressivo na oferta de sensores. Alguns motivos que levaram à popularização se deve ao fato de que a placa apresenta fácil integração com demais softwares e hardwares, exemplo são os diversos sensores encontrados no mercado nacional e internacional, denominados dispositivos IoT.

A utilização da plataforma Arduino ainda está em ascensão e muitos trabalhos estão voltados à inclusão desse item como uma ferramenta educacional. Assim, a busca limitou-se aos trabalhos relacionados a qualidade e segurança dos alimentos com ou sem a utilização da plataforma Arduino, a utilização da internet das coisas voltada à automação e a utilização da plataforma na elaboração de equipamentos diversos.

No primeiro momento, a pesquisa de trabalhos limitou-se as palavras-chave de maneira individual, sem relacionar umas com as outras, mas considerando apenas trabalhos dos últimos 5 anos. Com relação a palavra-chave Qualidade do Leite ou Milk Quality, foram encontrados cerca de 365369 (68,22%) artigos na Plataforma Capes, 145822 no Science Direct (27,22%), 18211 (3,4%) artigos no Scopus, 5354 (1%) advindos do Web of Science, 743 (0,14%) no Google Acadêmico e 47 (0,0088%) no Scielo, totalizando 535546 artigos referentes à temática, nos quais estavam incluídos diversos trabalhos que não condiziam com o escopo definido.

Considerando a palavra-chave Adulteração e Fraudes do Leite ou Milk Frauds e Milk Adulterations, 66730 (74,37%) trabalhos foram encontrados no Google Acadêmico, 13186 (14,7%) na Plataforma Capes, 8487 (9,46%) no Science Direct, 890 (0,99%) no Scopus, 430 (0,48%) do Web of Science, totalizando 89723 trabalhos relacionados ao tema, nos quais diversos trabalhos não atendiam o escopo.

Para a palavra-chave Plataforma Arduino, Arduino e Arduino Platform foram encontrados 440504 trabalhos referentes ao tema, dos quais 408200 (92,67%) foram no Google Acadêmico, 19741 (4,48%) da Plataforma Capes, 6312 (1,43%) do Scopus, 5541 (1,26%) no Science Direct, 632 (0,14%) do Web of Science e 78 (0,018%) do Scielo, mas muitos não condiziam com o tema.

Dentre os 585721 trabalhos encontrados com a palavra-chave Sensores ou Sensors, 475811 (81,24%) advém da Plataforma Capes, 45086 (7,7%) do Web of Science, 42500 (7,26%) do Google Acadêmico, 19768 (3,37%) da Base Scopus, 1931 (0,33%) do Science Direct, 625 (0,11%) no Scielo.

Quanto à palavra-chave Internet of Things ou Internet das Coisas foram encontrados 466476

trabalhos, dos quais 337000 (72,24%) são do Google Acadêmico, 101830 (21,83%) são da Plataforma Capes, 20354 (4,36%) da Web of Science, 6099 (1,31%) são do Science Direct, 1185 (0,25%) no Scopus e apenas 8 (0,0017%) trabalhos foram encontrados no Scielo.

É possível notar que todas as palavras-chave pesquisadas apresentaram um crescente número de publicações ao longo dos anos, independente da base de busca utilizada. Para demonstrar esse gradativo aumento, optou-se apenas pelos dados da base de busca do Scopus, pois ela disponibiliza ferramenta que permite gerar gráficos de acordo com os anos. Para melhor visualização dos números de publicações, optou-se por separar as palavras-chave conforme a semelhança. Na Figura 1 estão os números de publicações relacionados às palavras-chave Qualidade do Leite e Milk Quality e Fraudes e Adulterações do Leite (ou *Milk Frauds* e *Milk Adulterations*).

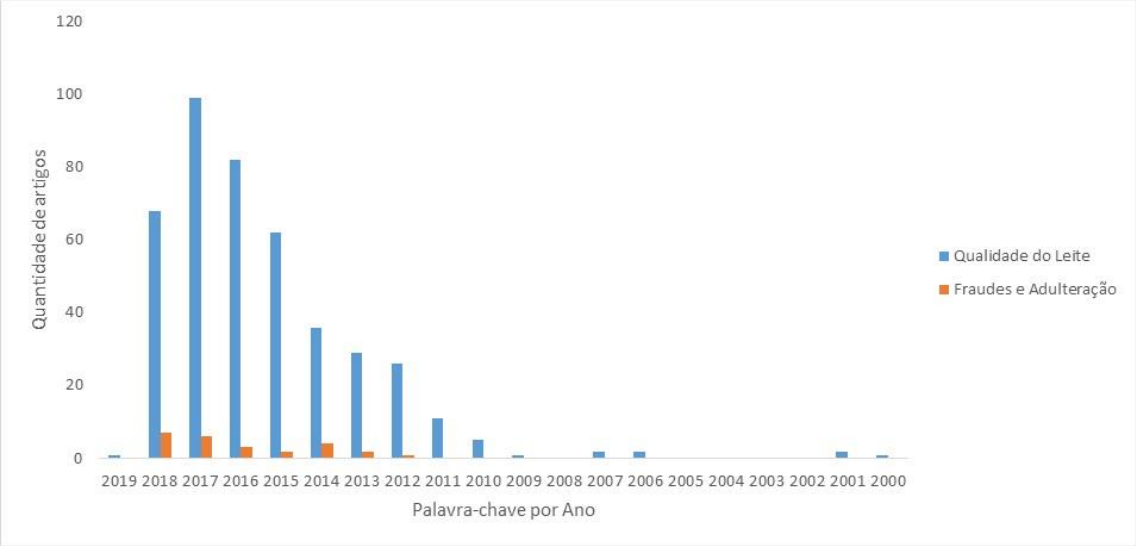



Figura 1 – Número de publicações entre os anos 2000 e 2019 relacionados à palavra-chave Leite

Nota-se que as pesquisas sobre Fraudes e Adulteração de Leite obtiveram aumento a partir de 2012 e que as pesquisas sobre qualidade do leite a partir de 2010. Desde muito tempo, as empresas buscam certificações de qualidade para seus produtos, mas somente a partir de 2010, as indústrias de beneficiamento do leite é que resolveram investir nesse aspecto, com o objetivo de aumentar a vida útil dos produtos, ganhar mercado e se tornar competitivas.

Na Figura 2, agrupou-se as palavras-chave voltadas à tecnologia Plataforma Arduino (ou Arduino ou Arduino *Platform*), Internet das Coisas (Internet *of Things*) e Sensores (*Sensors*).

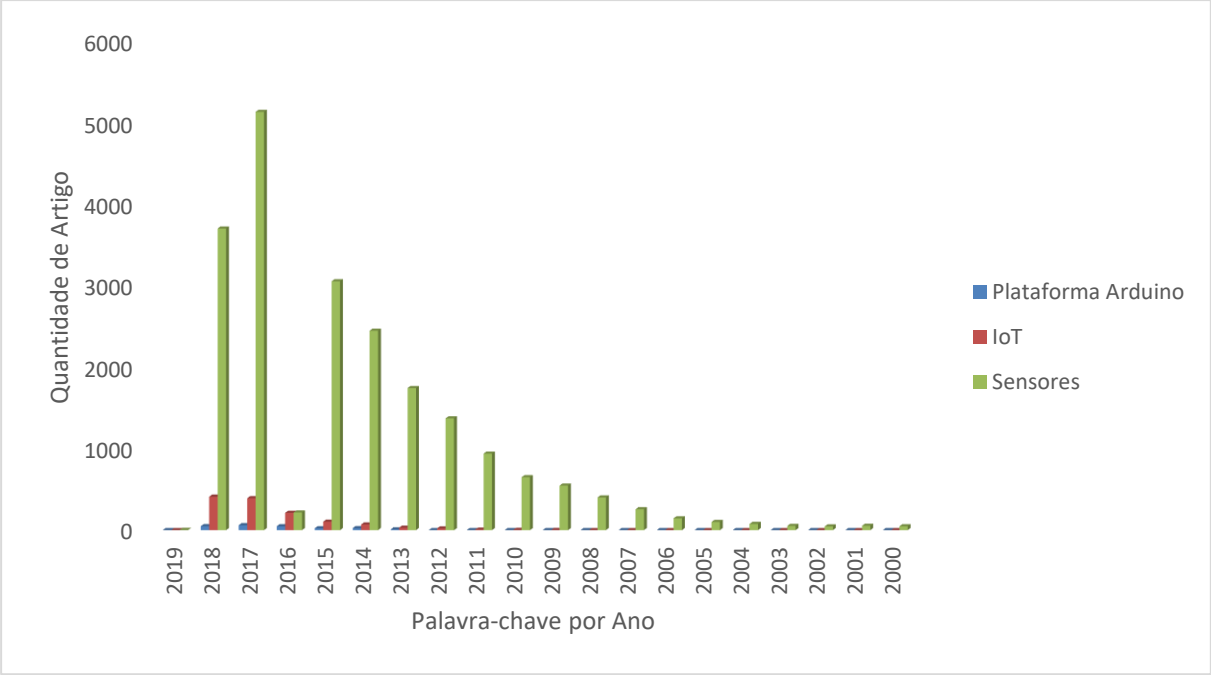



Figura 2 – Número de publicações entre os anos de 2000 e 2019 relacionados à tecnologia

A Figura 2 mostra que a pesquisa sobre sensores está sobressaindo sobre Internet das Coisas e Plataforma Arduino. A busca por melhoria nos processos, fez com que muitos pesquisadores pensassem em maneiras de substituir trabalhos manuais por automáticos. O ano de 2017, foi o ano com maior número de publicações relacionados à sensores. Quanto à Internet das Coisas e a Plataforma Arduino, ainda são temas pouco explorados, mas com grande possibilidade de ascensão, devido ao uso genérico.

Vega et al. (2014) se apropriaram do conceito de Internet das Coisas e montaram um sistema de gestão elétrica domiciliar com o auxílio da Plataforma Arduino, onde o usuário faz o acionamento ou desligamento da energia por um sistema. Os autores afirmam que a Plataforma Arduino simplifica o processo de trabalho com eletrônica digital, exige baixos custos de aquisição, trabalha com diferentes sistemas operacionais (multiplataforma) e seu software é aberto facilitando a programação em C ou C++.

Já Rajkumar et al. (2017) elaboraram um recurso de controle automatizado usando microcontroladores para ligar e desligar o motor de bombeamento ao detectar nível de umidade abaixo ou acima do esperado, respectivamente.

Há muitos trabalhos sobre os temas pesquisados, mas quando relacionados uns com os outros, o resultado foi bem diferente. Ao aplicar filtros de publicações com no máximo 5 anos, escolher apenas artigo como tipo de trabalho e somente artigos com acesso livre, notou-se que o número publicações diminuiu consideravelmente. Como forma de melhorar a busca por trabalhos que condizem com o tema, além dos filtros aplicados, as palavras-chave foram relacionadas, como mostra a Tabela 3.

| | Scopus | Web of Science | Science Direct | Plataforma Capes |
|---|---|---|---|---|
| Arduino, iot | 439 | 279 | 279 | 627 |
| Arduino, iot, agriculture | 32 | 16 | 46 | 96 |
| Arduino, sensors, iot | 94 | 18 | 269 | 504 |
| Sensors, iot, agriculture | 381 | 186 | 561 | 789 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sensors, iot, livestock | 20 | 6 | 54 | 98 |
| Sensors, iot, milk | 6 | 7 | 57 | 114 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 – Palavras-chave correlacionadas

Ao verificar os resultados, excluiu-se a base de busca Google Acadêmico, pois não tem como filtrar apenas artigos e a base de busca Scielo, pois não apresentou nenhum artigo a partir de 2014 com as palavras-chave descritas.

Conclui-se que a Plataforma Capes e o Scopus, apresentam melhor retorno de material conceituado (Figura 3). Entretanto, um aspecto negativo é o fato destes não permitirem o acesso à informação de maneira ampla, limitando parte do conteúdo a pesquisadores filiados a instituições públicas, ou mediante pagamento do material selecionado.

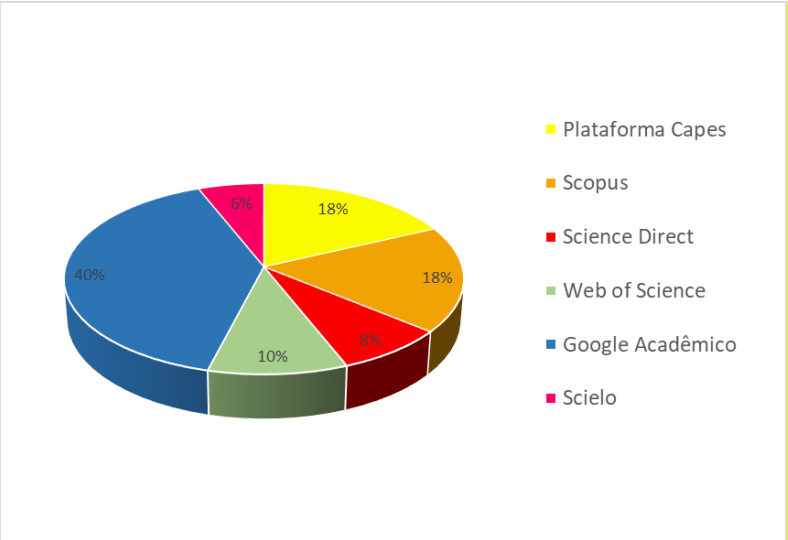



**Figura 3 –** Porcentagem de artigos encontrados em cada base de busca, triagem final

Ao se analisar o Google acadêmico, ferramenta com maior utilização pelo público não especializado, apresentou o maior número de publicações (Figura 3), fato este atribuído pela falta de critério da base ao se colocar artigos não indexados e anais de evento. A seleção de artigos que atendem ao escopo definido é exaustiva, principalmente pela ampla busca, que demonstra resultados muitas vezes não condizentes a temática selecionada.

A partir dos artigos que abrangiam o critério de inclusão, foi avaliada a classificação dos artigos de acordo com o Qualis Capes. Este índice resultou em 24% de artigos A1, 12 % em A2, 36% classificados como B1, 4% como B3 e 24% dos artigos eram de conferências e não apresentaram Qualis, como mostra a Tabela 4.

| Autor | País | Qualis | Título |
|---|---|---|---|
| Brandão et al. (2017) | Brasil | A1 | Detection of adulteration of goat milk powder with bovine milk powder by front-face and time resolved fluorescence. |
| Breitenbach et al. (2018) | Brasil | A1 | Whose fault is it? Fraud scandal in the milk industry and its impact on product image and consumption – The case of Brazil. |
| Esteki et al. (2017) | Irã/Bélgica | A1 | Qualitative and quantitative analysis of peanut adulteration in almond powder samples using |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | multi-elemental fingerprinting combined with multivariate data analysis methods. |
| Guerreiro et al. (2018) | Brasil | A1 | Evaluating the effects of the adulterants in milk using direct-infusion high resolution mass spectrometry |
| Handford et al. (2016) | - | A1 | Impacts of Milk Fraud on Food Safety and Nutrition with Special Emphasis on Developing Countries. |
| Liu et al. (2018) | Holanda e França | A1 | Evaluation of portable near-infrared spectroscopy for organic milk authentication. |
| Ghasemi-Varnamkhasti et al. (2017) | Irã/Itália | A2 | Development of two dielectric sensors coupled with computational techniques for detecting milk adulteration. |
| Hansen e Ferrão (2018) | Brasil | A2 | Identification of Possible Milk Adulteration Using Physicochemical Data and Multivariate Analysis. |
| Sezer et al. (2018) | Turquia | A2 | Identification of milk fraud using laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS). |
| Amorin et al. (2015) | Brasil | B1 | Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. |
| Cordova e Tort (2016) | Brasil | B1 | Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. |
| Jo e Baloch (2017) | Coreia do Sul e Paquistão | B1 | Internet of Things-Based Arduino Intelligent Monitoring and Cluster Analysis of Seasonal Variation in Physicochemical Parameters of Jungnangcheon, an Urban Stream. |
| Kamogawa e Miranda (2013) | Brasil | B1 | Uso de Hardware de Código Fonte Aberto "Arduino" para Acionamento de Dispositivo Solenoide em Sistemas de Análises em Fluxo |
| Nascimento et al. (2017) | Brasil | B1 | Results from portable and of low cost equipment developed for detection of milk adulterations |
| Pereira et al. (2016) | Brasil | B1 | Estatística de contagem com a plataforma Arduino |
| Santos et al. (2017) | Brasil | B1 | Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sítio oficial de meteorologia. |
| Szmoski et al. (2018) | Brasil | B1 | Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados. |
| Vega et al. (2014) | Colômbia | B1 | Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. |
| Babu et al. (2018) | Índia | B3 | Milk quality testing using intelligent inference performance evaluation system integrated with IoT. |
| Crisnapati et al. (2017) | Indonésia | - | Hommons: Hydroponic Management and Monitoring System for an IOT Based NFT Farm Using Web Technology |
| Fatani et al. (2018) | Arábia Saudita e Argélia | - | Dual pH Level Monitoring and Control using IoT Application. |
| Kumar et al. (2017) | Índia | - | Implementation Of Iot In Smart Irrigation System Using Arduino Processor. |
| Maina (2017) | Quênia | - | IoT at the Grassroots – Exploring the Use of Sensors for Livestock Monitoring. |
| Rajkumar et al. (2017) | Índia | - | Intelligent Irrigation System – An Iot Based Approach |
| Sneha e Rakesh (2017) | Índia | - | Automatic Monitoring and Control of Shrimp Aquaculture and Paddy Field Based on |

Fonte: Autoria Própria

Tabela 4 - Relação dos trabalhos selecionados de acordo com o ano e o Qualis

Para embasar a pesquisa algumas perguntas foram elaboradas, sendo a primeira pergunta citada na metodologia: "**Quais razões podem ter influenciado o maior ou menor número de publicações?**". Vega et al. (2014) apontam que a Internet das Coisas está emergindo como principal tendência para o desenvolvimento da tecnologia das comunicações, pois permite implementar os objetos com os quais as pessoas interagem, de forma a aumentar a comunicação em tempo real.

Ainda de forma sutil, a Internet das Coisas está ampliando suas aplicações, bem como a utilização da Plataforma Arduino. Para Kamogawa e Miranda (2013), a plataforma Arduino surge como uma alternativa à principal dificuldade das pesquisas em microcontroladores, que é a necessidade de construir os circuitos eletrônicos e desenvolver a programação. Esse hardware possui baixo custo, portabilidade USB, software livre, é de fácil operação, além de possuir componentes que facilitam a programação e a interligação com outros circuitos.

Devido à grande preocupação com a qualidade de alimentos, não só o leite, autores como Rajkumar et al. (2017) e Crisnapati et al. (2017) apontam que a elaboração de equipamentos de baixo custo e fácil manutenção podem facilitar o controle de processo e a detecção de falhas. Então, "**Quais são as medidas mitigatórias apontadas pelos autores estudados com relação à qualidade do leite?**", Ghasemi-Varnamkhasti et al. (2017) salienta que uma das maneiras de detectar a adulteração do leite é a fabricação e o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de de medição confiáveis, como Nariz e Língua Eletrônico, medição por admissão elétrica, biossensores, medição de condutância e frequência, espectroscopia, processamento de imagem e avaliação ultra-som.

Quanto às perguntas "**Quais foram as metodologias aplicadas à indústria alimentícia que utilizaram a plataforma Arduino?**" e "**Quais as limitações encontradas pelos autores relacionadas ao uso da plataforma Arduino?**", muitos autores mostraram que essa plataforma é de uso genérico, apresentando eficiência em muitos trabalhos e projetos. Os artigos encontrados apresentaram aplicações diversas, como monitoramento de hidroponia com uso da IoT (CRISNAPATI et al., 2017), sistema de irrigação inteligente (RAJKUMAR et al., 2017), sensores de temperatura para efeitos didáticos da condutividade térmica (AMORIN et al., 2015), monitoramento e controle de pH utilizando aplicação IoT (FATANI et al., 2018), sensores para detecção de adulteração de leite (GHASEMI-VARNAMKHASTI et al., 2017), estatística de contagem com a plataforma Arduino (PEREIRA et al., 2016), dentre outros. Porém, nenhum dos autores apontou limitações quanto ao uso da Plataforma Arduino, apenas limitações dentro do seu objeto de estudo.

## 4. Conclusão

A busca por meio de revisão sistemática demonstrou uma ótima ferramenta de análise. Com ela é possível selecionar os melhores artigos na área, ter conhecimento das metodologias aplicadas e como os autores tratam a temática.

As plataformas escolhidas apresentaram grande número de publicações relacionadas com as palavras-chave listadas. O Google acadêmico foi a plataforma que mais buscou trabalhos, porém muitos não condiziam com o tema e/ou não apresentavam confiabilidade do trabalho. As plataformas Capes e Scopus ficaram empatadas em número de artigos escolhidos e relacionados com o tema. As demais plataformas buscaram muitos artigos repetidos,

encontrados nas outras plataformas.

Nota-se a predominância de artigos em inglês, o que demonstra que o Brasil ainda precisa evoluir quanto à utilização da Internet das Coisas. Observou-se também, a crescente publicação de autores cujos sobrenomes eram asiáticos, indicativo de que tecnologia eficiente e de baixo custo tem prioridade nestes países.

Assim, recomenda-se o emprego do conceito de Internet das Coisas voltado à automação de baixo custo de processos industriais, considerando os padrões e metodologias já aplicadas.

## Referências

**AMORIN, H.S.do; DIAS, M.A.; SOARES,V.** *Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica.* Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 37, n.4, 2015.

**ARAÚJO, J.C.D.A.** *Sistema de Aquisição e Monitorização de Dados para Indústria Alimentar e Laboratorial.* 2012. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Energia e Automação Industrial) – Escola Superior de Tecnologia de Viseu, Instituto Superior Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal, 2012.

**BABU, G.S.; KRISHNA, V.R.; DHARMA TEJA, V.; BALRAJ-YADAV, S.** *Milk Quality Testing Using Intelligent Inference Perfomance Evaluation System Integrated with IoT*. International Journal of Engineering & Technology. Vol.1, n.7, p.74-77, 2018.

**BRASIL**. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002.* Aprova e oficializa o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago. 2002. Seção 1, p.13.

**BRASIL.** *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº62, de 29 de dezembro de 2011.* Altera o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 2011. Seção 1, p.13.

**CORTINHAS, C.S.** *Qualidade do leite cru e práticas de manejo em fazendas leiteiras*. 2013. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

**COSTA, P.M.B.da P.** *Sistema de Internet das Coisas para o Apoio aos Cuidados de Saúde da População Idosa*. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Informática) – Departamento de Informática, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Portugal, 2018.

**CRISNAPATI, P.N.; WARDANA, N.K.; ARYANTO, K.A.A.; HERMAWAN, A.** *Hommons: Hydroponic Management and Monitoring System for an IOT Based NFT Farm Using Web Technology.* IEEE Xplore, 2017.

**FATANI, A.; KANAWAI, A.; ALSHAMI, H.; BENSENOUCI, A.; BRAHIMI, T.; BENSENOUCI, M.-A.** *Dual pH Level Monitoring and Control using IoT Application*. IEEE Xplore, 2018.

**GIMENES, A.H.; PEREIRA, P.R.A.** *Utilização da Plataforma Arduino como Ferramenta de Controle para um Sistema de Nível de Líquidos.* XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Unicamp, Campinas, São Paulo, 2015.

**GHASEMI-VARNAMKHASTI, M.; GHATREH-SAMANI, N.; NADERI-BOLDAJI, M.; FORINA, M.; BONYADIAN, M.** *Development of two dielectric sensors coupled with computational techniques for detecting milk adulteration.* Computers and Electronics in Agriculture. Vol.1, n.140, p. 266–278, 2017.

**KAMOGAWA, M.Y.; MIRANDA, J.C.** *Uso de Hardware de Código Fonte Aberto "Arduino" para Acionamento de Dispositivo Solenoide em Sistemas de Análises em Fluxo.* Revista Química Nova. Vol.36, n.8, p.1232-1235, 2013.

**KITCHENHAM, B.; BRERETON, O.P.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; BAILEY, J.; LINKMAN, S.** *Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review.* Information and Software Technology. Vol.1, n.51, p.7-15, 2009.

**MARTINS, M.E.P.; NICOLAU, E.S.; MESQUITA, A.J. de; NEVES, R.B.S.; ARRUDA, M.T.** *Qualidade de leite cru produzido e armazenado em tanques de expansão no estado de Goiás.* Revista Ciência Animal Brasileira. Vol. 9, n. 4, p. 1152-1158, 2008.

**MIRANDA,, Y.C.; MARTINS NETO, F.F.; BORTOLI, M.M.** *Sensoriamento Remoto Aplicado à Detecção de Ilhas de Calor Urbanas: Uma Revisão Sistemática.* V Simpósio Nacional de Gerenciamento de Cidades. Várzea Grande, 2017.

**NASCIMENTO, W.W.G.; SOUZA, M.P.F. de; VALENTE, A.C.M.M.; ANJOS, V.de C. dos; FURTADO, M.A.M.; BELL, M.J.V.** *Results from portable and of low cost equipment developed for detection of milk adulterations.* Food Science And Technology. Vol. 37, p. 38-41, dez. 2017.

**PEREIRA, A.M.; SANTOS, A.C.F.; AMORIN, H.S.** *Estatística de contagem com a plataforma Arduino.* Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol.38, n. 4, p. 4501-4508, mai. 2016.

**PINTO, C.L.O.; MARTINS, M.L.; VANETTI, M.C.D.** *Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotróficas proteolíticas.* Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos. Vol. 26, n. 3, p.645-651, 2006.

**RAJKUMAR, M.N.; ABINAYA, S.; KUMAR, V.V.** *Intelligent Irrigation System - An Iot Based Approach.* IEEE Xplore, 2017.

**RECHE, N.L.M.** *Influência do armazenamento do leite em resfriador por expansão direta sobre a contagem de micro-organismos e estabilidade da caseína.* 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

**SILVEIRA, L.; COSTA, C.; SOUSA, F.A.de.** *Avaliação do impacto de um projeto de extensão em um laticínio de Iraí de Minas - MG, sobre as melhorias na qualidade de leite.* Revista Gestão Tecnologia e Ciências. Vol. 6, n. 14, p. 33-43, 2017.

**VEGA, A.M.; SANTAMARÍA, F.; RIVAS, E.** *Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria.* Revista EAN. Vol.1, n.77, p.22-41, 2014.