



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76

Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190

**FELIPE MEDEIROS MENDES**  
**MATHEUS AUGUSTO TOLEDO ALVES DA SILVA**

**TECNOLOGIA 5G NO AGRONEGÓCIO**

**Taubaté – SP**

**2021**

**FELIPE MEDEIROS MENDES**  
**MATHEUS AUGUSTO TOLEDO ALVES DA SILVA**

**TECNOLOGIA 5G NO AGRONEGÓCIO**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador (a): Prof. Esp. Rubens Castilho Júnior

**Taubaté – SP**

**2021**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação -  
GETISistema Integrado de Bibliotecas – SIBi  
Universidade de Taubaté - Unitau**

M538t Mendes, Felipe Medeiros  
Tecnologia 5G no agronegócio / Felipe Medeiros Mendes; Matheus Augusto  
Toledo Alves da Silva. -- 2021.  
47 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de  
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2021.

Orientação: Prof. Rubens Castilho Junior, Departamento de Engenharia  
Elétrica.

1. Internet. 2. 4G. 3. 5G. I. Silva, Matheus Augusto Toledo Alves da.  
II. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.  
Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica. III. Título.

CDD – 004.6



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190

## **TECNOLOGIA 5G NO AGRONEGÓCIO**

**FELIPE MEDEIROS MENDES**  
**MATHEUS AUGUSTO TOLEDO ALVES DA SILVA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM**  
**ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA**”

### **BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Esp. RUBENS CASTILHO JUNIOR  
Orientador/UNITAU-DEE

Prof. Dr. MAURO PEDRO PERES  
UNITAU-DEE

Prof. M.e. SANDRO BOTOSI DOS SANTOS  
UNITAU-DEE

Dezembro de 2021

## *DEDICATÓRIA*

Em especial dedico a todos aqueles que acreditam no nosso trabalho e nos nossos sonhos e estão ao nosso lado para ensinar, ceder e solidarizar, à nossa família, aos nossos amigos e aos companheiros de trabalho na qual nos incentivam, fazem seguir em frente e repassam valores que devem ser mantidos para o sucesso pessoal e profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos familiares e amigos, que nunca negaram palavras de força, incentivo e otimismo ao longo da jornada acadêmica. Aos professores, em especial ao professor Rubens Castilho Junior, orientador do nosso trabalho de graduação, e nosso muito obrigado pelo conhecimento transmitido, confiança e compreensão.

## *EPÍGRAFE*

“Deixe o futuro dizer a verdade, e avaliar cada um de acordo com seus trabalhos e suas conquistas”

Nicola Tesla

## **RESUMO**

O 5G é a nova geração de internet móvel, uma evolução da conexão 4G. Essa nova tecnologia promete uma melhoria na velocidade e latência de até 100 vezes das condições atuais do 4G. Isto é, com a tecnologia 4G, a velocidade máxima de download é de 1 Gbps, sendo que com a rede 5G vai ser de 20 Gbps. Com a tecnologia do 5G, que tem uma velocidade de rede 100 vezes maior, seremos capazes de superar o apagão que existe hoje no Brasil e levar conexão efetiva ao campo. Apesar das inovações e da liderança do agronegócio brasileiro, a internet não está presente em mais de 70% das propriedades rurais. O setor do agronegócio será um dos principais beneficiados com a quinta geração de telefonia, que potencializa o acesso à agricultura de precisão. Com o 5G, será possível que os produtores tenham acesso a uma série de benefícios, como o uso de drones para controle e prevenção, conexão de máquinas por meio da internet das coisas (IoT), estimativa de safra, monitoramento de culturas e animais, automatização de colheita e pulverização, entre outros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internet. 4G. 5G. Agronegócio. Gado. Frequência. IoT.

## **ABSTRACT**

5G is the new generation of mobile internet, an evolution of the 4G connection. This new technology promises a speed and latency improvement of up to 20 times over current 4G conditions. That is, with 4G technology, the maximum download speed is 1 Gbps, and with 5G network it will be 20 Gbps. With the 5G technology, which has a network speed 100 times greater, we will be able to overcome the blackout that exists today in Brazil and bring an effective connection to the countryside. Despite the innovations and leadership of Brazilian agribusiness, the internet is not present in more than 70% of rural properties. The agribusiness sector will be one of the main beneficiaries of the fifth generation of telephony, which enhances access to precision agriculture. With 5G, it will be possible for producers to have access to a series of benefits, such as the use of drones for control and prevention, connection of machines through the internet of things (IoT), crop estimation, monitoring of crops and animals, automation of harvesting and spraying, among others.

**KEYWORDS:** Internet. 4G. 5G. Agribusiness. Cattle. Frequency. IoT.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Internet em todos os campos.....	23
Figura 2 – Antena telefônica no campo.....	26
Figura 3 – Vacas com coleiras inteligentes.....	27
Figura 4 – Drone 5G.....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1	RELEVÂNCIA.....	1
1.2	OBJETIVO.....	1
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	2
2.1	O QUE É O 5G? .....	2
2.1.1	LOW-BAND.....	2
2.1.2	MID-BAND.....	3
2.1.3	HIGH-BAND .....	3
2.2	VELOCIDADE DO 5G.....	3
2.3	COMO FUNCIONA O 5G.....	4
2.4	PARA QUE SERVE O 5G.....	4
2.5	REGIÕES AFASTADAS IRÃO SE BENEFICIAR COM O 5G?.....	5
2.6	CUSTO DO 5G .....	5
2.7	O QUE FALTA PRO 5G NO BRASIL.....	5
2.8	COMO SERÁ O LEILAO DO 5G NO BRASIL.....	6
2.9	5G PELO MUNDO.. .....	6
2.10	QUAL O PERIGO DO 5G.....	7
2.11	AGRONEGOCIO.....	8
2.11.1	CRÍTICAS AO AGRONEGOCIO.....	8
2.11.2	USO DO 5G EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS.....	9
2.11.3.	IMPACTOS.....	11
2.11.4.	APLICAÇÕES.....	11
2.11.5	CONECTIVIDADE ENTRE AS MÁQUINAS.....	11
2.12	LUCROS.....	11
2.13	OPERAÇÃO REMOTA.....	12
2.14	INTEGRAÇÃO DE DADOS.....	13
2.15	SEGURANÇA.....	13
2.16	BIG DATA.....	13
2.17	ARMAZENAMENTO EM NUVEM.....	14
2.18	DRONES.....	14

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	15
3.1	REDE 4G.....	15
3.1.1	CARACTERÍSTICAS DAS REDES 4G (LTE).....	15
3.1.2	COBERTURA 4G NO BRASIL.....	16
3.1.3	COBERTURA 4G NO MUNDO.....	16
3.1.4	VELOCIDADE MÉDIA DO 4G NO MUNDO.....	17
3.2	A EXPANSÃO DO LTE-ADVANCED NO BRASIL.....	17
3.3	DESAFIOS TECNOLÓGICOS QUE IRÃO REFLETIR NO 5G.....	17
3.4	REDES 5G.....	18
3.4.1	POR QUE PRECISAMOS DO 5G?.....	21
3.4.2	COBERTURA.....	21
3.4.3	EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS.....	21
3.4.4	INTERNET PROTOCOL VERSÃO 4 E VERSÃO 6.....	22
3.5	LIGAÇÃO DO TRABALHO COM INTERNET DAS COISAS.....	22
3.5.1	PLANO NACIONAL DE INTERNET DAS COISAS.....	22
3.5.2	O QUE É “INTERNET DAS COISAS”?.....	23
3.6	AGRONEGÓCIO.....	24
3.6.1	VANTAGENS PARA O HOMEM NO CAMPO.....	24
3.6.2	LEILÃO DO 5G.....	25
3.6.3	IMPACTO NO AGRONEGÓCIO.....	25
3.7	FUNCIONAMENTO DO 5G NA AGROPECUÁRIA.....	26
3.7.1	SOBRE A CISCO SYSTEMS .....	27
3.7.2	SOBRE O PROJETO 5G RURALFIRST.....	28
3.7.3	CONECTANDO VACAS LEITEIRAS. ....	29
3.8	CRIADO O PRIMEIRO DRONE 5G NO AGRONEGÓCIO.....	30
3.9	CASOS E RESULTADOS.....	31
3.9.1	DESVANTAGENS E DESAFIOS.....	33
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	35

## **1. INTRODUÇÃO**

Desde o início no mercado de telecomunicações, as gerações de redes móveis (2G, 3G, 4G) foram se desenvolvendo cada vez mais, com o objetivo de sempre superar a geração antecessora. A implementação total do 4G em todo o território brasileiro ainda não foi finalizada, no entanto, as operadoras telefônicas e empresas de telecomunicação já estão trabalhando com a quinta geração (5G). De acordo com a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a previsão é de que o 5G funcione nas 26 capitais do Brasil e no Distrito Federal em julho de 2022. Para todas as cidades do Brasil com mais de 30 mil habitantes, o prazo é de até julho de 2029.

### **1.1. RELEVÂNCIA**

A relevância desse estudo constitui em demonstrar, todo o funcionamento e tipos de uso benéfico da rede móvel 5G dentro do agronegócio, começando pelo início onde se faz todo o planejamento e estudo de utilização.

### **1.2. OBJETIVO**

Este trabalho possui como objetivo demonstrar o avanço que a tecnologia 5G trará para a área rural do Brasil, promovendo trabalhos no agronegócio e aprimoramentos nas atuais condições e métodos utilizados no campo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O QUE É O 5G?

O 5G é a evolução natural das gerações anteriores —3G e 4G— e traz como diferencial não apenas mais velocidade de conexão à internet no celular, mas outras aplicações que poderão revolucionar a sociedade, como objetos inteligentes conectados e cidades inteligentes.

Precisamos compreender o que significa exatamente cada “G” quando nos referimos às redes móveis. Cada G representa uma Geração de tecnologias que aderem a novos padrões de velocidade, conectividade, latência e alcance. Quanto maior o número, mais moderna e capaz é a rede. Por exemplo, o sinal de 1G trata-se de informações de telefonia analógicas. Já a rede 2G – muitas vezes representada pela letra E em nossos celulares – já era totalmente digital.

Talvez de maior relevância para o território nacional devido à sua cobertura e uso em máquinas de cartão de crédito, a rede 3G possui velocidade máxima de 200kbps, enquanto a rede moderna 4G pode atingir a casa das centenas de megabits por segundo.

Muitas vezes, algumas redes podem receber melhorias incrementais sem mudanças significativas nos protocolos, aumentando a velocidade sem necessariamente representar uma nova geração, é o caso do 3G+ e 4G avançado que algumas operadoras podem disponibilizar em certas regiões.

Com a chegada de uma nova geração de rede móvel, como é o caso da 5G, é necessário que operadoras instalem estações e antenas de transmissão por todo o território onde haverá cobertura, e os aparelhos celulares também precisam vir, de fábrica, com modems capazes de captar e interpretar os sinais novos. Por isso, é pouco provável que seu smartphone atual tenha suporte às novas redes, mas vale a pena se atentar a essa compatibilidade na hora de buscar pela compra de um novo aparelho.

Para aumentar ainda mais a velocidade das já muito avançadas redes móveis, a tecnologia 5G precisou adotar uma série de métodos diferentes, por isso, trata-se de uma rede um tanto complicada, que pode ser dividida em 3 subcategorias:

**2.1.1. Low-band:** Trata-se de sinais enviados em frequências menores que 2GHz. Esses sinais eram, anteriormente, utilizados pela televisão analógica e rádios que

agora não estão mais em uso. A vantagem é o longo alcance de suas ondas, e a desvantagem é o menor número de canais disponíveis, limitando a velocidade, que fica mais próxima àquela encontrada nas redes 4G.

**2.1.2. Mid-band:** Redes com sinal intermediário, entre 2 e 10GHz. A maior parte das redes Wi-Fi e celular já existem dentro dessa frequência, o que permite o uso da tecnologia DSS para que redes 4G se misturem com 5G, facilitando a captura inicial do sinal e transição suave entre áreas com e sem cobertura. Possuem alcance considerável, com velocidade média, portanto, é o tipo mais utilizado pelas operadoras para providenciar a cobertura inicial.

**2.1.3. High-band:** Também conhecida como ultra-alta frequência, ou onda-milímetro, é o tipo mais peculiar de rede sendo utilizada na geração 5G. Tratam-se de ondas entre os 20 e 100GHz. A grande desvantagem dessa categoria é o baixíssimo alcance do sinal, não passando dos 250 metros desde a antena de transmissão. A vantagem, no entanto, são velocidades assustadoras que atingem a casa dos gigabits por segundo, mais rápidas que muitas redes domésticas de internet cabeada.

## 2.2. VELOCIDADE DO 5G

Atualmente, as redes móveis 4G mais rápidas oferecem, em média, aproximadamente 45 Mbps (megabit por segundo), mas a indústria ainda tem esperança de alcançar 1 Gbps (gigabit por segundo = 1.024 Mbps). Já a média da velocidade 3G no Brasil era de 8,82 Mbps (megabits por segundo).

Há ainda a rede 4,5G, que trabalha com múltiplas faixas de frequência ao mesmo tempo em relação ao 4G tradicional. A tecnologia pode registrar no mundo ideal até 1 Gbps de velocidade.

Em teste realizado na Coreia do Sul, onde a tecnologia já está em funcionamento, a reportagem de Tilt se surpreendeu com a velocidade. Para baixar o jogo "PUBG Mobile", com 2 GB de armazenamento, foram menos de dois minutos.

### 2.3. COMO FUNCIONA O 5G

Ele usa faixas de frequência mais altas da telefonia para funcionar, de 3,5 GHz (Gigahertz) a pelo menos 26 GHz. Estas têm uma capacidade maior, mas como seus comprimentos de onda são menores, significa que seu alcance é mais curto. Por isso, são chamadas de "ondas milimétricas" e são bloqueadas mais facilmente por objetos físicos. Mas os padrões ainda não foram definidos para todos os protocolos 5G. Assim, é provável que surjam módulos de antenas de telefonia menores, próximos ao chão, propagando as chamadas "ondas milimétricas" do 5G entre um número bem maior de transmissores e receptores. Isso vai permitir uma cobertura mais ampla. (OLIVEIRA, Felipe. "O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia"; UOL, 2020.)

### 2.4. PARA QUE SERVE O 5G?

Engana-se quem pensa que a tecnologia 5G vem apenas para deixar a navegação na internet mais rápida. A expectativa é a de que, quando chegar no último estágio, o 5G represente um avanço importante como sociedade.

Graças a sua velocidade e cobertura, estima-se que o 5G possa, em muitos casos, substituir até mesmo as redes domésticas de wi-fi. Alguns especialistas acreditam que a tecnologia será complementar, com operadoras oferecendo banda larga, modem 5G e wi-fi para diferentes perfis.

Além disso, a tecnologia será muito bem-vinda para quem joga games no celular, já que o usuário deve notar menos atraso ou latência ao pressionar um comando e ver o efeito na tela. Essa característica também é importante para que o 5G conecte muitos objetos inteligentes ao mesmo tempo, pois seu tempo de resposta rápido permitirá até que carros andem sem motorista.

Os vídeos para aparelhos móveis prometem ser quase instantâneos e sem interrupções por causa da transmissão. As vídeo chamadas, por sua vez, devem se tornar mais claras e menos irregulares, enquanto aparelhos para exercícios poderão ser usados para monitorar sua saúde em tempo real, notificando os médicos assim que houver

qualquer emergência. (OLIVEIRA, Felipe. “O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia”; UOL, 2020.)

## **2.5. REGIÕES AFASTADAS IRÃO SE BENEFICIAR COM O 5G?**

Em teoria, sim. Nas áreas rurais, para as operadoras pode ser mais viável construir antenas e dar roteadores 5G a usuários do que passar fios de fibra por baixo da terra para a casa de cada cliente, algo mais custoso.

Isso trará uma comodidade que muitos gostariam. Você já teve problema com repetidores de wi-fi? Pois bem, com a internet 5G, sem os cabos seria possível carregar seu roteador entre os diferentes cômodos. Assim, a qualidade da conexão e uma boa velocidade estão garantidos em todo canto da casa.

No entanto, nas grandes cidades a fibra da internet fixa seguirá vantajosa tanto para usuários quanto para operadoras, por causa da enorme infraestrutura já criada. (OLIVEIRA, Felipe. “O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia”; UOL, 2020.)

## **2.6. CUSTO DO 5G**

Especialistas apontam que operadoras tendem a oferecer franquias mais "generosas" com o 5G, o custo do bit do 5G é menor. Algumas operadoras estrangeiras disponibilizaram planos de 5G ilimitados neste início de ofertas: é o caso da britânica Vodafone, com preços que variam entre 23 e 30 libras (de R\$ 120 a R\$ 155) mensalmente.

Planos iniciais de empresas americanas, como Verizon e Sprint, também incluem pacotes ilimitados de 5G, mas oferecem limitações para quando o usuário for utilizar o 4G, algo que ocorrerá provavelmente com frequência, já que o sinal ainda está em processo de implantação. (OLIVEIRA, Felipe. “O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia”; UOL, 2020.)

## **2.7. O QUE FALTA PRO 5G NO BRASIL?**

A Claro trouxe em julho de 2020 o 5G DSS, oferecido em parceria com a empresa sueca Ericsson e que compartilha frequências que já funcionam no Brasil para entregar

uma internet, segundo ela, até 12 vezes mais rápida que o 4G tradicional. Mas ainda não opera nas faixas a serem usadas pelo 5G, que ainda dependem de um leilão da Anatel (Agência Nacional das Telecomunicações), atualmente previsto para 2021.

A tecnologia deve chegar definitivamente no Brasil apenas no ano que vem. O leilão para o 5G no país deve ser o maior de radiofrequências da história do país e a maior oferta pública de capacidade para a tecnologia móvel de quinta geração no mundo. (OLIVEIRA, Felipe. “O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia”; UOL, 2020.)

## **2.8. COMO SERÁ O LEILÃO DO 5G NO BRASIL?**

O leilão terá faixas dedicadas à operação nacional do 5G e outras voltadas à operação regional. A faixa dos 3,5 GHz, a mais atraente, será licitada de forma regional e nacional, para que as empresas adquiram o direito para atuar em áreas mais rentáveis e também com outras menos interessantes do ponto de vista econômico.

Ainda foi proposta uma mudança na divisão regional. Dessa forma, a empresa que vencer a disputa para operar no Estado de São Paulo, o mais atraente, terá de atender também a região Norte. Fora isso, a divisão ficou semelhante à organização das regiões do Brasil. Desse modo, os blocos ficaram assim: região Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Sudeste (com exceção de São Paulo). Parte do interior de São Paulo, algumas cidades de Minas, Mato Grosso e Goiás também foi transformado em um bloco isolado.

As empresas de pequeno porte e aquelas que não têm presença no Brasil terão uma vantagem. Isso é uma novidade nos leilões promovidos pela Anatel. Elas terão prioridade na hora dos lances por um bloco dentro da faixa mais buscada, a de 3,5 GHz. (GOMES, Helton Simões. “5G vem aí: Por que o leilão do Brasil vai ser o maior do mundo?”; UOL, 2020.)

## **2.9. 5G PELO MUNDO**

A Coreia do Sul já tem a tecnologia disponível para os usuários, apesar de a rede ainda demonstrar instabilidade por lá. No país asiático, as três principais operadoras de telefonia móvel começaram a disponibilizar este tipo de conexão para consumidores em diferentes regiões em abril de 2019.

No mesmo mês, os Estados Unidos lançaram seu 5G. A empresa Verizon passou a oferecer o serviço nas cidades de Chicago e Minneapolis. A Sprint também oferece a tecnologia atualmente.

Em outubro de 2019, a China lançou a maior rede de telefonia móvel 5G do mundo. A China Mobile, maior operadora do país, lançou sua rede em 50 cidades, que incluem Pequim, Xangai e Shenzhen, com pacotes a preços baixos de 128 yuans (R\$ 98) por mês. As rivais China Telecom e China Unicom Hong Kong também introduziram serviços com preços equivalentes.

Também no ano passado, a rede 5G ficou disponível no Reino Unido. Assim como no Brasil, o Canadá iria realizar um leilão para a implantação da rede em 2020, mas, por conta da covid-19, a licitação foi adiada para o ano que vem.

Mas se levarmos em conta o 5G DSS, o Brasil foi o terceiro país da América do Sul a ter uma rede 5G comercial disponível. Em abril de 2019, o Uruguai, por meio da estatal Antel e com tecnologia da Nokia, foi o primeiro país a disponibilizar lançar o 5G comercialmente no continente, seguido pelo Suriname em dezembro.

Trinidad e Tobago, Canadá e Estados Unidos (incluindo Ilhas Virgens Americanas e Porto Rico) são outros países da América do Norte, Central e Caribe onde serviços do tipo são oferecidos. *(OLIVEIRA, Felipe. “O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia”; UOL, 2020.)*

## **2.10. QUAL O PERIGO DO 5G?**

À saúde humana, nenhum. Após a pandemia de coronavírus, notícias falsas contra o 5G se espalharam nas redes sociais. De acordo com alguns usuários, o coronavírus é resultado da exposição dos seres humanos a frequências dessa rede de telefonia.

De acordo com o biomédico Renato Sabbatini, um dos fundadores da Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, o 5G não traz nenhum risco. A potência do 5G vai ser bem menor (com relação ao 4G), então a possibilidade de efeitos sobre a saúde, que já não existem, será menor ainda. Todas as faixas de radiofrequência são do tipo não ionizantes, ou seja, não têm potência suficiente para quebrar relações moleculares.

*(OLIVEIRA, Felipe. "O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia"; UOL, 2020.)*

## **2.11. AGRONEGÓCIO**

Eventualmente denominado por agribusiness – é um termo utilizado para fazer referência ao contexto sócio espacial da produção agropecuária, incluindo todos os serviços, técnicas e equipamentos a ela relacionados, direta ou indiretamente.

Portanto, esse setor da economia envolve uma cadeia de atividades que inclui a própria produção agrícola (cultivo de culturas como o café, algodão, pecuária etc.), a demanda por adubos e fertilizantes, o desenvolvimento de maquinários agrícolas, a industrialização de produtos do campo (como óleos, cigarros, café solúvel, entre outros) e o desenvolvimento de tecnologias para dinamizar todas essas atividades.

Ao contrário do que muitos imaginam, o agronegócio não está somente relacionado com o campo, ele especializa-se também no meio urbano, sendo um dos vetores de promoção da subordinação das atividades rurais à dinâmica das cidades. Isso ocorre porque, à medida que o agribusiness moderniza-se, mais ele torna-se dependente de atuações industriais e produtivas advindas das cidades.

Esse importante campo da economia envolve uma inter-relação entre os três setores: o primário (com a agropecuária), o secundário (com as indústrias de tecnologias e de transformação das matérias-primas) e o terciário (com o transporte e comercialização dos produtos advindos do campo).

Uma das facetas da produção no contexto do agronegócio é a concentração de investimentos. Os produtores investem tanto na produção em si quanto nos elementos que viabilizam ou melhoram a sua execução. Assim, essa atividade integra estudos científicos relacionados com o campo e com a biotecnologia e até com a meteorologia e climatologia, a fim de observar as melhores condições para intensificar a acumulação de capital por parte de seus proprietários. *(PENA, Rodolfo F. Alves. "O que é Agronegócio?"; Brasil Escola, 2021.)*

### **2.11.1. CRÍTICAS AO AGRONEGÓCIO**

O agronegócio sofre críticas a partir de duas concepções: uma de viés econômico-social e outro de cunho ambiental.

Sobre essa última posição, é comum os embates no contexto político envolvendo os chamados “ruralistas” contra os “ambientalistas”. Esses últimos acusam frequentemente os primeiros de serem os responsáveis pela expansão desordenada das terras cultiváveis no território nacional, expandindo a fronteira agrícola e diminuindo a quantidade de reservas ambientais e áreas verdes. Há também acusações envolvendo o cultivo em áreas de preservação próximas a reservas e parques ambientais, além da poluição de cursos d’água por fertilizantes e outros produtos tóxicos. (PENA, Rodolfo F. Alves. "O que é Agronegócio?"; *Brasil Escola*.)

As críticas de cunho social estão intrinsecamente relacionadas com os movimentos sociais do campo, com destaque para o Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra (MST) que acusa o agronegócio de intensificar o processo de concentração fundiária, em que um número cada vez maior de terras fica detido sob a posse de um número cada vez menor de investidores. Além disso, os ruralistas, nesse caso, são acusados de travarem as políticas de Reforma Agrária no Brasil, que se arrasta desde meados do século XX sem uma solução definitiva.

Dados do IBGE afirmam que o Índice de GINI na agropecuária brasileira é alto, ou seja, a concentração de terras permanece elevada. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, esse índice seguiu em 0,854 (quando a taxa é próxima a 0,0, significa que há uma boa distribuição, mas quando é próxima a 1,0, significa que há uma má distribuição).

Em termos econômicos e produtivos, o agronegócio foi responsável pela participação em 22,5% do PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil em 2012, o que revela o peso político e financeiro desse setor no contexto nacional. (PENA, Rodolfo F. Alves. "O que é Agronegócio?"; *Brasil Escola*, 2021.)

### **2.11.2. USO DO 5G EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

As redes 5G, conhecidas como a nova geração da internet móvel, já estão sendo implantadas em diversos países, gerando uma expectativa para os avanços que essa tecnologia permitirá em todas as áreas da economia. Isso inclui o agronegócio através do uso do 5G em máquinas agrícolas.

Dessa forma, a nova geração de redes móveis pode transformar as atividades do setor e beneficiar as atividades do campo, através da melhor conectividade e maior flexibilidade que essa tecnologia permite, por conta da velocidade e latência, muito superiores às da rede 4G.

E já que a conectividade é um dos principais gargalos da difusão de novas tecnologias no campo, é fundamental entender quais os impactos e os benefícios esperados com a introdução da rede 5G na agricultura.

Um dos fatores de maior impacto na utilização do 5G em máquinas agrícolas está na densidade de equipamentos conectados que as novas redes móveis permitirão.

Além disso, a tecnologia 5G pode aumentar a eficiência de máquinas agrícolas promovendo menores latências (atraso na transferência de dados), aumento nas taxas de transmissão, maiores áreas de cobertura com redução da perda de sinal entre mudanças de antenas e diminuição de interferência.

Entre as principais vantagens técnicas podemos destacar:

- Latências menores, entre 1 e 10 milissegundos;
- Capacidade de uploads e downloads na faixa de dezenas de Gbps (gigabites por segundo) para cada estação móvel;
- Possibilidade de conexão de milhões de dispositivos por quilômetro quadrado em um único ponto de acesso;
- Identificação de cada equipamento e alocação de canais de transmissão dedicados, usando técnicas de rádio cognitivas.

“O agronegócio brasileiro vem passando por grandes mudanças e a tecnologia 5G representa uma grande oportunidade para torná-lo mais competitivo e eficiente, garantindo aumento de produtividade, otimização de maquinário e tempo. E, por consequência, uma redução de custos cada vez mais expressiva. O grande desafio, com certeza, ainda está na infraestrutura dos serviços de telecomunicações na zona rural em todo o país”, aponta Douglas Peccin, CEO da MP Agro Máquinas Agrícolas. *(Redação Futurecom Digital: “USO DO 5G EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS”; Futurecom Digital)*

### **2.11.3. IMPACTOS**

Ao aplicar a tecnologia 5G em máquinas agrícolas, algumas funcionalidades são potencializadas. Como exemplo, podemos citar a agricultura de precisão, com o sensoriamento e o monitoramento inteligente de plantações.

### **2.11.4. APLICAÇÕES**

A operação de equipamentos de monitoramento, como sensores inteligentes embarcados em máquinas agrícolas, pode ser otimizada.

É pontuado que equipamentos de monitoramento podem ser mais baratos, uma vez que todo o processamento dos dados que eles obtêm podem ser enviados para a nuvem por meio da rede 5G.

A tecnologia 5G pode prover grande cobertura por meio da instalação de várias small cells, que são estações-base menores. Nesse contexto, cada small cell pode prover uma cobertura de aproximadamente 250 m, e qualquer quantidade desejada de small cells pode ser instalada para que se obtenha a área de cobertura desejada.

### **2.11.5. CONECTIVIDADE ENTRE AS MÁQUINAS**

O 5G também pode atender às demandas do agronegócio referentes à comunicação massiva de máquinas. Nesse contexto, a tecnologia permite uma alta densidade de equipamentos conectados, consumo mínimo de bateria, além de baixo custo e baixa complexidade para o gerenciamento dos equipamentos.

Conexões mais fluídas, com menor incidência de interrupção de serviços (seamless connectivity) durante a mobilidade de estações móveis, podem ser obtidas por meio de técnicas modernas de mitigação de handoffs.

## **2.12. LUCROS**

Enquanto vários países já estruturaram a infraestrutura da tecnologia 5G, o Brasil se prepara para o primeiro leilão de espaço do espectro exclusivo em 2021. Esse novo recurso promete acelerar a transformação digital com avanços em diversos setores, inclusive no agronegócio. Um relatório elaborado pela Nokia e Omdia estima que a tecnologia pode gerar US\$ 76,8 bilhões para o setor até 2035.

A chegada do 5G pode ter um impacto maior na produtividade em que os agricultores têm menos acesso à tecnologia, por conta da maior capilaridade e estabilidade da conexão. Sendo assim, os produtores podem ter o acesso facilitado a recursos como a agricultura de precisão, que ainda não cresceu devido à péssima conectividade nas áreas rurais.

Embora alguns sensores simples possam ser servidos adequadamente por sistemas de banda estreita, a maioria das tecnologias requerem o uso de grandes quantidades de sensores complexos, exigindo alta capacidade de banda larga. Esse tipo de conexão está indisponível na maioria das propriedades, mas pode ser oferecida pela conexão em 5G.

Enquanto leilão do 5G não sai, operadores utilizam bandas de 3G e 4G para oferecer a tecnologia no Brasil. (Fonte: Shutterstock)

Os produtores agropecuários podem aproveitar oportunidades com o uso de tecnologia em todas as fases da produção, incluindo preparação da terra, plantio de sementes, cultivo, colheita e criação de gado. Além disso, os agricultores estão continuamente analisando, planejando e tomando decisões sobre suas colheitas e animais com base nas informações que podem obter de cada fase por meio de recursos tecnológicos.

*(EMBRAPA: "TECNOLOGIA 5G: SAIBA COMO ELA É IMPORTANTE NO AGRONEGÓCIO"; DIA RURAL, 2021.)*

### **2.13. OPERAÇÃO REMOTA**

A tecnologia pode ser utilizada, por exemplo, na operação remota de tratores, colheitadeiras e outras máquinas autônomas. Dessa forma, é possível traçar rotas para evitar desperdício de recursos e aumentar o tempo produtivo. Além disso, o controle a distância possibilita que as máquinas operem sob qualquer condições, dia e noite.

Além do maquinário pesado, a nova tecnologia permitirá ampliar o uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs), que poderão ter maior alcance e confiabilidade. Os drones podem ser usados, por exemplo, para mapear a terra, analisar o solo e as culturas e aplicar defensivos agrícolas.

*(EMBRAPA: "TECNOLOGIA 5G: SAIBA COMO ELA É IMPORTANTE NO AGRONEGÓCIO"; DIA RURAL, 2021.)*

## **2.14. INTEGRAÇÃO DE DADOS**

Agricultura de precisão ganhará impulso com nova tecnologia de transmissão de dados. A tecnologia propiciará, ainda, a conexão de uma ampla gama de outros tipos de infraestrutura, como sensores conectados ao solo, às plantas e aos animais; sistemas de irrigação e inteligentes de monitoramento de pragas; tecnologias vestíveis. As informações de estações meteorológicas também poderão ser acompanhadas com uma maior frequência.

Todos esses dispositivos podem ser interligados através uma rede 5G e serem acompanhados em tempo real, a partir de qualquer dispositivo conectado à internet, mesmo que fora da propriedade, para subsidiar decisões importantes quanto a lavouras e animais.

## **2.15. SEGURANÇA**

Fazendas podem ser particularmente vulnerável a eventos como roubo e incêndio, portanto, sistemas de detecção de incêndio e equipamentos de vigilância alimentados por Inteligência Artificial podem identificar incidentes e desencadear ações corretivas.

Além disso, o 5G permitirá a instalação de sistemas de segurança de várias camadas, incluindo sensores em portões, cercas e de detecção de movimento, bem como câmeras que podem ser conectadas pela tecnologia.

## **2.16. BIG DATA**

É um sistema de banco de dados que possibilita o armazenamento de um alto número de informações da atividade rural. Essa tecnologia oferece melhoria nos processos de tomadas de decisões, com base em informações mais precisas.

Assim, o gestor pode alinhar os calendários de plantio, por meio de informações sobre precipitações de chuvas ou verificar a melhor época de semeadura. Ela ajuda na verificação de manejos em cultivos mais vulneráveis a determinada estação climática.

## **2.17. ARMAZENAMENTO EM NUVEM**

Com isto, o produtor rural consegue armazenar arquivos de texto, planilhas e imagens de forma remota. A conectividade faz com que os dados sejam acessados em equipamentos como notebook e smartphones quando o usuário precisar.

Além disso, a computação em nuvem não exige equipamentos potentes, já que as tarefas são executadas em servidores remotos próximos do produtor rural.

## **2.18. DRONES**

O equipamento foi um dos primeiros recursos utilizados nas lavouras brasileiras e terá maior alcance com a internet 5G. Isso porque as funcionalidades cresceram exponencialmente e oferecem suporte a todas as cadeias produtivas.

No caso da agropecuária, um drone com câmera de boa resolução proporciona o monitoramento de lavouras e pastagens, identificando com precisão a existência de plantas invasoras, pragas e doenças.

A diversidade de informações coletadas pelo equipamento é ampla, funcionando como os olhos do produtor rural, que pode estar em qualquer lugar do mundo, auxiliando na contagem de animais, segurança da propriedade, detecção e combate a incêndios, localização de fontes de água e na abertura de vias de acesso.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em sites especializados, pesquisas e artigos científicos, notícias e em estudos descritivos. Foram pesquisados dados concretos sobre o uso da tecnologia 5G no setor do agronegócio brasileiro, e retratados em formato de relatório de estudo de caso, com exemplos, acontecimentos e realizações reais. Com base nestas informações, por início será retratado como está a atual situação da tecnologia 5G.

#### **3.1. REDE 4G**

A rede 4G (LTE), é a penúltima geração feita até o momento na telefonia móvel. Foi desenvolvido em 2004 pelo 3GPP, foi feito para se comunicar somente via IP como na voz ou dados, mas teve sua uma alteração. Sua característica era LTE e foi modificado para SAE (System Architecture Evolution).

##### **3.1.1. CARACTERÍSTICAS DAS REDES 4G (LTE)**

A seguir estão alguns recursos possíveis dos sistemas 4G:

1. Suporta multimídia interativa, voz, vídeo, internet sem fio e outros serviços de banda larga.
2. Alta velocidade, alta capacidade e baixo custo por bit.
3. Mobilidade global, portabilidade de serviço, redes móveis escaláveis.
4. Comutação contínua, variedade de serviços com base nos requisitos de Qualidade de Serviço (QoS)
5. Melhores técnicas de agendamento e controle de admissão de chamadas.
6. Redes ad hoc e redes multi-hop.

##### **3.1.2. COBERTURA 4G NO BRASIL**

Usando alguns dados levantados por sites confiáveis, como TELECO, mostrando como está a cobertura no Brasil, com todas essas informações, pode-se observar o percentual do tamanho de um país de 5.500 municípios:

- Em 11/2016, a TIM teve a liderança da cobertura 4G com 1050 municípios cobertos e 62% da população atendida.
- Municípios cobertos: TIM (1000), Claro (384), Vivo (244), Oi (146) e Nextel (11).
- População atendida: TIM (62%), Claro (56,0%), Vivo (51,4%), Oi (47,7%) e Nextel (5%).

### **3.1.3. COBERTURA 4G NO MUNDO**

O 4G possui um imenso campo de crescimento na base de dados. Sua vitalidade irá se expandir por muito tempo mesmo tendo outras tecnologias previstas no futuro, como apresenta na margem abaixo de tabela mundial:

- 148 redes LTE-Advanced, em 69 países, 28,2% do total de redes LTE no mundo;

### **3.1.4. VELOCIDADE MÉDIA DO 4G NO MUNDO**

Sua velocidade é bem expressiva e com uma boa velocidade para download e upload. Porém, no Brasil sua velocidade acaba sendo refletida muito abaixo do que o 4G pode oferecer. Pois sua faixa de frequência é de 2,5Grz, ela seria quatro vezes menor à quantidade que pode ser gerada pelo 4G.

## **3.2. A EXPANSÃO DO LTE-ADVANCED NO BRASIL**

O 4,5G foi introduzido pelas operadoras CLARO e TIM na América Latina, sua velocidade supera drasticamente a velocidade do 4G com o dobro de velocidade.

Essa nova tecnologia também é chamada de LTE-Advanced, na qual chega a uma faixa de 700MHz, principalmente nas TVs analógicas. O primeiro sinal analógico foi liberado na cidade de Rio Verde em Goiás com o uso contínuo de 4,5G.

## **3.3. DESAFIOS TECNOLÓGICOS DO 4G QUE IRÃO REFLETIR NO 5G**

Os provedores de serviços devem garantir que sua nova infraestrutura 5G seja interoperável com as redes 4G existentes. Isso exigirá a implementação de uma arquitetura segura, nativa da nuvem e baseada em serviços do núcleo à borda que possa operar em escala.

### **3.4. REDES 5G**

Em termos gerais, o 5G é usado em três tipos principais de serviços conectados, incluindo banda larga móvel aprimorada, comunicações de missão crítica e IoT massiva. Uma capacidade definidora do 5G é que ele foi projetado para compatibilidade futura - a capacidade de oferecer suporte flexível a serviços futuros que são desconhecidos hoje.

**Banda larga móvel aprimorada:** Além de tornar nossos smartphones melhores, a tecnologia móvel 5G pode inaugurar novas experiências imersivas, com taxas de dados mais rápidas e uniformes, menor latência e menor custo por bit.

**Comunicações de missão crítica:** O 5G pode habilitar novos serviços que podem transformar setores com links ultraconfiáveis, disponíveis e de baixa latência, como controle remoto de infraestrutura crítica, veículos e procedimentos médicos.

**IoT maciça:** O 5G destina-se a conectar perfeitamente um grande número de sensores incorporados em praticamente tudo por meio da capacidade de reduzir as taxas de dados, potência e mobilidade - fornecendo soluções de conectividade extremamente enxutas e de baixo custo.

#### **3.4.1. POR QUE PRECISAMOS DO 5G?**

O mundo vem evoluindo exponencialmente, e junto com sua evolução, vem as necessidades de estarmos sempre atualizados, com a internet das coisas (IoT), será preciso um sistema seguro e eficiente para atender as nossas necessidades, principalmente para serviços em nuvem, streaming, entre outros.

#### **3.4.2. COBERTURA**

O sistema das redes móveis funciona com micro células, com o objetivo de alcançar maiores coberturas. Para isso, deverá ser introduzido (e espalhado) um conjunto de antenas pela cidade.

Uma forma conhecida de aumentar a capacidade é usar outras tecnologias associadas, como redes WI-FI, para aumentar seu sinal dentro de um raio de cobertura.

### 3.4.3. EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

No Quadro 1, há uma demonstração dos tempos de evolução das redes de telefonia móvel. Com esse registro, fica visível a transformação total que será o 5G, com altas velocidades, com a troca de informações será via pacote, o acesso às informações será dinâmico. Deixando as outras tecnologias para trás e destacando-se como uma grande promessa na área de conexões e serviços associados.

Quadro 1: Comparação entre gerações

	<b>1G</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>
<b>Início / Desenvolvimento</b>	1970 – 1980	1990 – 2004	2004 - 2010	2012 – 2022 (Atual)	2022
<b>Largura de banda</b>	2kbps	64kbps	2Mbps	1 Gbps	> 1Gbps
<b>Tecnologias</b>	Sistema Analógico	Sistema Digital	CDMA 2000, (1xRTT,EVDO) UMTS, EDGE	WiMax LTE, Wi-Fi	WWWW
<b>Serviços</b>	Chamadas de voz	Chamadas (voz), SMS, maior capacidade de armazenamento	Integração de alta qualidade de áudio, vídeo e dados móveis	Acesso dinâmico de informações, conexões com dispositivos	Acesso dinâmico de informações, conexões com dispositivos de I.A
<b>Comutação de Rede</b>	Circuito	Circuito, Pacote	Pacote	Pacote constante	Pacote constante
<b>Rede Central</b>	Rede pública de telefonia	Rede pública de telefonia	Telefonia de pacotes	Internet	Internet

Fonte: Próprio Autor, 2021.

### 3.4.4. INTERNET PROTOCOL VERSÃO 4 E VERSÃO 6

A principal característica do protocolo IPv6 e a justificativa para seu desenvolvimento é o aumento do espaço de endereçamento.

No IPv4, o campo de cabeçalho reservado para endereçamento tem 32 bits, com no máximo 4.294.967.296 (2<sup>32</sup>) endereços distintos. Com o rápido crescimento da Internet, surgiu o problema da escassez de endereços IPv4, motivando a criação de uma nova geração do protocolo IP.

Surgiu o IPv6, com um espaço de endereçamento de 128 bits, que poderia obter 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 endereços (2.128). Esse valor representa aproximadamente 79 octilhões (7,9x10<sup>28</sup>) de vezes a quantidade de endereços IPv4 e representa mais de 56 octilhões (5,6x10<sup>28</sup>) de endereços por ser humano na Terra, considerando a população estimada de 6 bilhões de habitantes.

### **3.5. LIGAÇÃO DO TRABALHO COM INTERNET DAS COISAS**

Com o advento do IPv6, será possível que cada dispositivo tenha seu próprio endereço acessível pela internet; Com o aumento das velocidades, esses dispositivos passarão a ter gerenciamento remoto em tempo real, facilitando as ações para suas finalidades. As máquinas se comunicarão com outras máquinas sem intervenção humana; O mundo estará realmente conectado de todas as formas, desde uma simples casa até empresas gigantes, por exemplo: transporte, logística, produção em campo, cidades conectadas, etc.

#### **3.5.1. PLANO NACIONAL DE INTERNET DAS COISAS**

Plano Nacional de IoT (Internet of Things) está sendo desenhado para atender os seguintes setores: agricultura, cidades inteligentes, saúde e transportes;

O governo, através da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) que é o órgão regulador, irá nortear cinco anos na priorização:

- Da regulamentação;
- Na pesquisa e desenvolvimento;
- Adaptação de recursos humanos para essa nova realidade;
- Gerenciamento de infraestrutura;
- Segurança e privacidade de dados, etc.

Figura 1 – Internet em todos os campos



Fonte: Edevaldo Figueiredo (Casas Bahia 2021)

### 3.5.2. O QUE É “INTERNET DAS COISAS”

Em suma, a Internet das Coisas é o conceito de conectar qualquer dispositivo (desde que tenha um botão liga / desliga) à Internet e a outros dispositivos conectados. A IoT é uma rede gigante de coisas e pessoas conectadas - todas as quais coletam e compartilham dados sobre a forma como são usadas e sobre o ambiente ao seu redor.

Isso inclui um número extraordinário de objetos de todas as formas e tamanhos - desde micro-ondas inteligentes, que cozinham automaticamente sua comida pelo tempo certo, até carros autônomos, cujos sensores complexos detectam objetos em seu caminho, até dispositivos de fitness que medem sua frequência cardíaca e o número de passos que você deu naquele dia e, em seguida, use essas informações para sugerir planos de exercícios personalizados para você. Existem até bolas de futebol conectadas que podem rastrear a distância e a velocidade com que são lançadas e registrar essas estatísticas por meio de um aplicativo para fins de treinamento futuro.

Dispositivos e objetos com sensores integrados são conectados a uma plataforma de Internet das Coisas, que integra dados de diferentes dispositivos e aplica análises para compartilhar as informações mais valiosas com aplicativos desenvolvidos para atender a necessidades específicas.

### **3.6. AGRONEGÓCIO**

O trabalho no agronegócio brasileiro exige atualmente muita agilidade na tomada de decisões e inteligência artificial afim de economizar tempo, pra obter rendimentos maiores, menor consumo de insumos e reduzir prejuízos e desperdícios. Alguns métodos de IoT aliada as aplicações de “BIG DATA” são capazes de tornar possível a prática do produtor ter acesso à informações sobre toda a lavoura em tempo real, facilitando a hora da tomada de decisão e o uso da agricultura de precisão.

A “agricultura modernizada” (ou digital) já é uma realidade no território brasileiro, mas como o país possui uma enorme extensão territorial, com diversas regiões e realidades diferentes, o avanço da agricultura digital acaba se tornando relativo, visto que cada região do Brasil possui condições diferentes. Porém, o uso de tecnologia na área de agricultura acaba auxiliando na redução de custos e aumento da produtividade no campo, como a implantação de sensores para captura remota de dados de ambientes, equipamentos ou até animais. Embora ainda existam dificuldades, limitações e atividades a serem resolvidas, o agronegócio já é um dos setores mais desenvolvidos no uso da IoT e, como consequência, uma permeabilidade à tecnologia nas atividades agrícolas se desenvolveu dentro deste setor, trazendo recursos em segurança, logística, gestão de ativos, medição de parâmetros de produtividade e condições meteorológicas que fornecem subsídios para a tomada de decisões acertadas na hora de irrigar, fertilizar, colher, corrigir o solo, etc.

#### **3.6.1. VANTAGENS PARA O HOMEM NO CAMPO**

Os usuários rurais também serão beneficiados, já que o 5G permite a agricultura inteligente, comunicando-se com sensores no solo, nas lavouras e nas máquinas de gado e fazendas. Junto com satélites meteorológicos e drones, essas tecnologias ajudarão os agricultores a saber quando e quanto regar, fertilizar e aplicar pesticidas de maneiras mais eficazes e ecologicamente corretas. A agricultura inteligente também pode levar à implantação de redes 5G em áreas rurais mais rapidamente, eliminando o que resta da exclusão digital como um efeito colateral feliz.

### **3.6.2. LEILÃO DO 5G**

A ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) iniciou o leilão do 5G em 04/11/2021 para as operadoras compradoras VIVO, TIM, CLARO, ALGAR TELECOM e SERCOMTEL, além de dez companhias menores estreantes no setor. A licitação movimentou cerca de R\$ 50 bilhões, e ofereceu quatro faixas de frequência de transmissão de dados em lotes nacionais e regionais:

700 MHz: destinada inicialmente ao 4G, são ofertadas uma licença nacional para operação e três regionais.

2,3 GHz: destinada ao aumento da oferta da tecnologia 4G e vista como um complemento da faixa principal do 5G, são 16 licenças regionais disponíveis.

3,5 GHz: considerado o 5G “puro”, são oferecidas pelo menos 4 licenças regionais.

26 GHz: voltada para a banda larga fixa, o que permite aplicações de internet das coisas (IoT), que tem pelo menos dez licenças nacionais e seis regionais.

Logo no primeiro semestre de 2022, é provável que a quinta geração de rede móvel esteja disponível nas capitais brasileiras.

### **3.6.3. IMPACTO NO AGRONEGÓCIO**

Apesar de tudo, o impacto imediato nos setores do agronegócio estará diretamente ligado ao uso do 4G nas áreas de campo do Brasil. Apenas 11% da área rural do Brasil possui conexão 4G, e ainda não alcançou a maior parte das áreas produtoras no centro-oeste. A previsão para que 100% do território nacional possua acesso ao 4G está para 2028.

As áreas rurais estão recebendo constantemente instalações de novas torres de antenas com sinais de internet, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Antena telefônica no campo



Fonte: Shutterstock 2021.

### 3.7. FUNCIONAMENTO DO 5G NA AGROPECUÁRIA

Vacas britânicas conectadas ao 5G "podem controlar sua própria ordenha". Um projeto na Grã-Bretanha, já está testando essa tecnologia super-rápida, mas não em humanos. Em vez disso, o experimento envolve um grupo improvável de usuários da Internet – as vacas. O sistema conecta os animais ao 5G em um esforço para automatizar o processo de ordenha.

O projeto foi desenvolvido pela empresa americana de tecnologia Cisco Systems. É parte de um programa liderado pela Cisco denominado **5G RuralFirst**. O projeto também recebe dinheiro do governo britânico.

A Cisco afirma que o programa busca explorar o futuro da conectividade 5G em comunidades rurais em todo o mundo. Prevê-se que as áreas rurais sejam as últimas a receber o serviço 5G. As áreas de teste foram instaladas em fazendas em três áreas rurais da Inglaterra. As vacas são equipadas com dispositivos 5G conectados que se conectam a um sistema de ordenha robótico. O sistema usa sensores e aprendizado de máquina para automatizar totalmente o processo.

Os projetistas do sistema dizem que a tecnologia assume o controle depois que uma vaca se sente pronta para ser ordenhada e caminha em direção a um portão

automático. O dispositivo é projetado para reconhecer cada vaca individualmente. Em seguida, posiciona o equipamento na posição correta do corpo para a ordenha. Durante o processo, as máquinas liberam comida para a vaca como recompensa.

Uma das áreas de teste fica na cidade de Shepton Mallet, no sudoeste da Inglaterra. Lá, cerca de **50 das 180 vacas** da fazenda são equipadas com **coleiras inteligentes 5G** e sensores auditivos para observação da saúde. Oficiais do projeto dizem que os dispositivos não prejudicam as vacas e os sensores permitem que os fazendeiros identifiquem imediatamente quaisquer problemas ou preocupações com a saúde.

Na Figura 3, algumas vacas com coleiras inteligentes 5G na Inglaterra.

Figura 3 – Vacas com coleiras inteligentes



Fonte: REUTERS/Reuters TV, 2019.

### 3.7.1. SOBRE A CISCO SYSTEMS

CISCO SYSTEMS INC. é líder mundial em redes para a Internet. A empresa foi fundada em 1984 por dois cientistas da computação da Universidade de Stanford que buscavam uma maneira mais fácil de conectar diferentes tipos de sistemas de computador.

A Cisco Systems lançou seu primeiro produto em 1986 e agora é uma empresa multinacional, com mais de 35.000 funcionários em mais de 115 países. Hoje, as

soluções Cisco são a base de rede para provedores de serviços, pequenas e médias empresas e clientes empresariais, o que inclui corporações, agências governamentais, serviços públicos e instituições educacionais.

As soluções de rede da Cisco conectam pessoas, dispositivos de computação e redes de computadores, permitindo que as pessoas acessem ou transfiram informações sem levar em conta as diferenças de tempo, local ou tipo de sistema de computador.

### **3.7.2. SOBRE O PROJETO 5G RURALFIRST**

5G RuralFirst é o ambiente de teste mais ambicioso do Reino Unido para conectividade em áreas rurais, demonstrando o potencial de mudança de jogo do 5G e identificando casos de uso práticos que irão beneficiar empresas e comunidades em todo o Reino Unido. Por meio de seus três períodos de testes nas Ilhas Orkney, Somerset e Shropshire, o 5G RuralFirst está identificando e explorando novos modelos de negócios e casos de uso para implantação de conectividade em áreas rurais e mostrando o potencial do 5G em ambientes rurais.

A importância da banda pioneira 5G, 3,4-3,8 GHz para a comunidade rural é examinada com algum detalhe. O caso é explicado por que uma abordagem tradicional para a liberação do espectro 5G deixará a Grã-Bretanha rural de fora em termos dos benefícios transformadores do 5G. Algumas opções alternativas são examinadas e conclui-se que o ‘modelo de expansão do mercado’ estabelecido no Relatório de Infraestrutura de Telecomunicações do Futuro do Governo é a melhor opção. São apresentados alguns casos de uso que mostram que o acesso ao espectro dinâmico oportunista oferece largura de banda mais do que suficiente para atender aos casos de uso rural, mas uma pequena quantidade de espectro âncora, para ser ligeiramente licenciado por ordem de chegada, é essencial para criar condições de investimento viáveis para o modelo de expansão do mercado.

Uma quantidade de apenas 20 MHz é suficiente quando combinada com direitos de acesso ao espectro dinâmico oportunista. Tal montante é 5% da banda pioneira de 5G em 3,6 GHz e seria um investimento nacional sólido, com probabilidade de oferecer um bom retorno de uma economia rural mais produtiva.

O consórcio compreende experiência líder mundial de 29 parceiros dos setores de tecnologia, radiodifusão, acadêmico, agrícola e público, incluindo Cisco, a Universidade

de Strathclyde, a BBC, o Agri-EPI Center, Orkney Islands Council e Scottish Futures Trust.

### **3.7.3. CONECTANDO VACAS LEITEIRAS**

Além disso, os colares inteligentes 5G ajudam a automatizar o processo de ordenha, comunicando-se sem fio com um sistema de ordenha robótico que permite que a vaca se aproxime da estação em seu próprio lazer, passe pelos portões após uma verificação de identificação e conecte-se ao robô, tudo com pouco nenhuma intervenção humana.

No Centro de Inovação de Precisão de Engenharia Agrícola financiado pelo governo em Shepton Mallet, uma fazenda colocou coleiras e etiquetas 5G em um terço de suas 180 vacas diárias. Usando as coleiras conectadas, o fazendeiro pode acompanhar o padrão alimentar, ruminação, fertilidade e saúde diária de cada vaca específica. A coleira também detecta quando uma vaca individual ovula, para que o fazendeiro possa otimizar o momento da inseminação, maximizar o potencial de gravidez e produção de leite.

Os colares inteligentes 5G também ajudam a automatizar a ordenha, comunicando-se sem fio com um sistema de ordenha robótico. Sem qualquer intervenção humana, as vacas podem caminhar até a estação de ordenha e se conectar ao robô de ordenha. Quando uma vaca entra em um dos ordenhadores robóticos, os sensores reconhecem o animal, registram seu estado de saúde e fertilidade e sabem quanto leite ela deve dar. O sistema robótico também oferece à vaca uma recompensa alimentar.

A segunda fase do projeto de vacas conectadas adiciona um pedômetro que ajudará a pontuar a mobilidade de cada vaca. Idealmente, as vacas devem deitar e descansar de 10 a 14 horas por dia. Descansar o suficiente reduz o risco de claudicação, aumenta o fluxo sanguíneo para o úbere e diminui os hormônios do estresse. Não é de surpreender que vacas saudáveis e bem descansadas produzam mais leite. Com as etiquetas de pedômetro, os agricultores terão melhor visibilidade da saúde de suas vacas, para que possam administrar melhor o rebanho.

Usando o 5G, os dados são coletados diretamente dos sensores nas vacas, evitando a necessidade de um computador desktop na fazenda. Os dados vão diretamente para a

nuvem, onde podem ser combinados com outros dados relevantes e enviados para a equipe do farm. Com o 5G, essa viagem de ida e volta de dados leva apenas milissegundos, para que a equipe possa tomar decisões instantâneas e informadas sobre o bem-estar e o manejo de suas vacas.

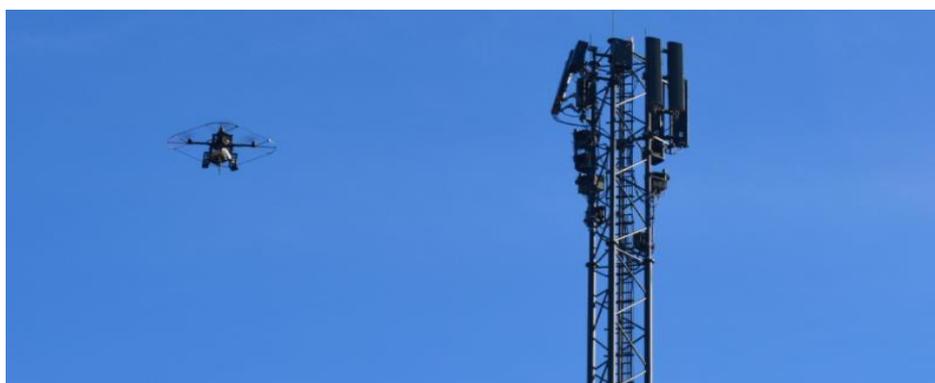
A tecnologia que pode monitorar a saúde dos animais e de seu ambiente torna mais fácil para os fazendeiros monitorar sua saúde e bem-estar, mesmo em grandes áreas remotas. Esse rastreamento é bom para o bem-estar dos animais, mas também beneficia o criador economicamente. E, claro, beneficia aqueles de nós que desejam comer alimentos bons e saudáveis.

### **3.8. CRIADO O PRIMEIRO DRONE 5G NO AGRONEGÓCIO**

A empresa Xrobots, conhecida por ser a maior produtora de drones do Brasil e da América Latina, desenvolveu o primeiro equipamento brasileiro que utiliza sinais 5G a favor do agronegócio, um drone com o nome NAURU 500C. O projeto nasceu de uma parceria entre a empresa de telecomunicações Ericsson Telecomunicações SA e a empresa São Martinho SA, uma das maiores empresas sucroalcooleiras do mundo, e também incluiu a VIVO Empresas na parceria.

Através do uso de 5G, o equipamento NAURU 500C consegue realizar mapeamento de alta precisão com transmissão de vídeo e controle em tempo real de todo o processo de captura da imagem. Graças à alta velocidade e baixa latência do 5G, a câmera instalada no drone permite a transmissão de vídeo e dados em tempo real com imagens de alta definição. A Figura 4 é um exemplo do funcionamento deste drone.

Figura 4 – Drone 5G.



Fonte: AgroLink, 2021

O primeiro lugar escolhido para instalação da tecnologia 5G foi na Usina São Martinho, em Pradópolis (SP). Afim de evitar mais torres telefônicas no local, adotou-se o método Microwave Ericsson MINI-LINK, que possibilita a interligação para as outras áreas remotas estratégicas, para eliminar o risco de rompimento de fibra óptica por alguma máquina no campo.

Com o auxílio destes drones da Xrobots, as missões agrícolas passam a serem realizadas com maior produtividade e eficiência, já que reduz o tempo de operações de *dias para poucas horas*, e estes benefícios tendem a aumentar cada vez mais, visto que estes drones possuem ampla conectividade às redes móveis.

### **3.9. CASOS E RESULTADOS**

O Quadro 2 resume os principais casos de uso que estão surgindo no setor agrícola. Eles são em grande parte aplicativos que requerem redes de sensores. No entanto, também existe o potencial para o uso de drones para sensoriamento remoto. Esses aplicativos precisam de baixa latência para permitir o controle de malha fechada em tempo real (para o qual 5G seria apropriado), ou então os drones precisam ser autônomos para em algum grau, usar uma rede de latência mais alta para dados de comando. Nos casos de uso para 5G em qualquer caso, as questões de segurança e regulamentação setorial (ou seja, aviação) provavelmente limitarão a velocidade de adoção dessas novas tecnologias.

Quadro 2: Casos de uso

<b>Casos de uso</b>	<b>Impacto na indústria</b>	<b>Requisitos críticos</b>	<b>Valor estimado</b>
Agricultura de precisão: uso de dados do sensor para medir rendimentos da colheita, umidade, níveis de terreno, topografia.	Garantia da lucratividade e sustentabilidade, proteção do ambiente	Densidade de conexão	> 100 /km <sup>2</sup>
Irrigação inteligente: uso de IoT para medir umidade, solo umidade, temperatura, etc. Cálculo preciso de requisitos para água.	Maior eficiência de irrigação	Densidade de conexão  Bateria (vida útil)	> 100 /km <sup>2</sup>  > 1 ano
Drones agrícolas: uso de drones para monitorar a colheita, saúde, áreas de varredura, fotografia de agricultura, etc.	Proteção aprimorada, Inspeção e monitoramento eficientes	Latência  Confiabilidade	< 5 ms  > 99.999%
Monitoramento de solo e safra: Uso de sensores para monitorar a umidade e identificar problemas como doenças ou insetos.	Agricultura informada e digitalizada..	Densidade de conexão  Bateria (vida útil)	> 100 /km <sup>2</sup>  > 1 ano
Gado de precisão agricultura: monitoramento em tempo real de produções, saúde e bem-estar do gado.	Garantia de rendimento ideal.	Densidade de conexão  Bateria (vida útil)	> 100 /km <sup>2</sup>  > 1 ano

Fonte: DotEcon e Axon, 2021.

A fim de realizar agricultura e monitoramento inteligentes, plataformas de IoT requerem uma conexão de internet sem fio rápida e confiável. Embora seja verdade que o 5G pode trazer recursos aprimorados em termos de conexões rápidas e confiáveis, tecnologias atuais, que estão em constante evolução, têm os recursos para permitir a maior parte do uso casos esperados na indústria agrícola.

Existem várias maneiras de criar redes de sensores de banda estreita sem precisar de 5G (ou mesmo de qualquer conectividade de celular). Por exemplo, suponha que uma grande fazenda pode querer monitorar sensores remotamente que pode detectar a umidade do solo, o crescimento da safra e os níveis de alimentação do gado de modo que ações como regar ou aplicar fertilizantes nas plantações possam ser otimizadas. Isso poderia ser feito pela implantação de uma série de 'escravos' dispositivos conectados a um dispositivo mestre usando uma área ampla de baixa potência, com apenas esse dispositivo “mestre”

sendo conectado para a rede móvel usando um chip (SIM) normal para rede 4G ou 3G ou até mesmo uma conexão fixa. O dispositivo principal então envia os dados aos servidores para serem analisados e interpretados. Claramente, esses modelos se tornam cada vez menos atraentes conforme as quantidades de dados fluindo dos sensores se tornam maiores; para exemplo, o uso generalizado de feeds de vídeo de alta qualidade provavelmente não seria viável nessa base. Espera-se que equipamentos e maquinários agrícolas tornem-se autônomos avançados. Controle em tempo real de tais equipamentos em uma rede sem fio exigiria uma conexão de baixa latência e conectividade ultra-segura com plataformas de controle.

Assim, embora atualmente as tecnologias existentes sejam suficientes para atender às necessidades da indústria, a longo prazo - além do período deste estudo - alguns casos de uso agrícola podem se tornar dependentes de 5G. Por exemplo, drones agrícolas que monitoram saúde da colheita, áreas de digitalização, fotografia agrícola e assim por diante podem se beneficiar dos recursos do 5G.

Entendemos que as operadoras já estão trabalhando com parceiros no caso de uso de drones automáticos para Agricultura de precisão. Esperamos casos de uso baseados em 5G, como drones agrícolas, apesar do considerável interesse atual, para serem realizados além do prazo de 2022-2023.

### **3.9.1. DESVANTAGENS E DESAFIOS**

A desvantagem na implantação deste tipo de tecnologia na agricultura, é que, para a utilização dos equipamentos (como os drones), é necessário a instalação de softwares autorizados e desenvolvidos para captura de imagens detalhadas. E além disso, para manusear a máquina, também é de grande importância a aplicação de treinamentos aos agricultores.

Apesar do otimismo sobre o futuro tecnológico no Brasil, ainda há muitas áreas que são impossibilitadas de trabalhar com o antecessor 4G, principalmente para pequenos agricultores. Desenvolver e investir na infraestrutura é fundamental para que a ‘Internet das Coisas’ e a nova geração de redes móveis possam estar mais disponível para todos.

No entanto, as soluções existentes podem, em alguns casos, ter algumas desvantagens que podem ser resolvidas por 5G. Por exemplo, usar uma configuração em um dispositivo

para que ele seja o “principal” e base de muitos outros pode levar algum tempo para o mercado e exigir projetos e configuração profissional da topologia. Além disso, conforme o número de dispositivos aumenta pode haver alguns problemas em relação à densidade dos dispositivos, uma vez que o aumento do número de dispositivos atrapalha a organização da comunicação de todos os dispositivos, etc.

Desenvolvimentos em 4G e, finalmente, 5G podem ajudar com isso. Por exemplo, no caso da agricultura: sensores seriam conectados de forma independente (com baixo consumo de energia) à rede da operadora, seria tão fácil quanto vendê-los para o proprietário do campo, que pode por si mesmo implantar os nós onde ele quiser, sem nenhuma configuração 5G também tendo vantagens em termos de poder para lidar com uma maior densidade de dispositivos e oferecer suporte a dispositivos de baixo consumo de energia. A questão é, se uma solução econômica pode ser buscada para esses "conectados de forma independente" sensores, especialmente onde há um grande número? Portanto, a estrutura de preços e cobrança de a 'solução' 5G será um fator importante na geração de demanda para o uso de redes 5G para tais finalidades, especialmente onde o benefício incremental de 5G pode ser limitado (ou seja, não essencial para o prestação do serviço).

#### 4. CONCLUSÃO

As máquinas e aplicativos agrícolas de IoT estão possibilitando que pecuaristas e agricultores coletem dados significativos. Grandes proprietários de terras e pequenos agricultores devem compreender o potencial do mercado de IoT para a agricultura, instalando tecnologias inteligentes para aumentar a competitividade e a sustentabilidade de suas produções. Com a população crescendo rapidamente, a demanda pode ser atendida com sucesso se os pecuaristas, assim como os pequenos agricultores, implementarem soluções de IoT agrícolas de maneira próspera.

Com o desenvolvimento de várias tecnologias de comunicação, como o 5G, espera-se que tecnologias IoT mais rápidas e mais amplas sejam aplicadas a vários processos agrícolas no futuro. A agricultura baseada em IoT, equipada com um sistema de comunicação adequado para cada ambiente agrícola, pode contribuir para a automação agrícola, aumentando a qualidade e a produção da colheita e reduzindo o trabalho.

Dentro do prazo deste estudo, soube-se desde o início que a indústria agrícola deve ser um impulsionador principal das implantações 5G, principalmente devido à suficiência das redes existentes para cumprir os requisitos de detecção de baixa taxa de dados e também possíveis problemas de cobertura no curto a médio prazo, com as implantações 5G provavelmente centradas inicialmente nas áreas urbanas. Esperamos mercados para vários serviços de apoio à agricultura baseados em coleta e análise de dados para desenvolver com base em um modelo de conectividade mista em vez da disponibilidade 5G ser um pré-requisito para estes desenvolvimentos.

## REFERÊNCIAS

Grupo Santander. **Como a Internet das Coisas é aplicada no agronegócio**. Disponível em: <<https://santandernegocioseempresas.com.br/conhecimento/agronegocios/como-a-internet-das-coisas-e-aplicada-no-agronegocio/>>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

REUTERS. **5G-connected cows test milking parlor of the future**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-telecoms-5g-cows-idUSKCN1RN1IY>>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

THE VERGE. **These cows already have 5G, and you don't**. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2019/4/12/18307939/5g-cows-cisco-test-england-farm-smart-collars-ear-tag-farming-tech>>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

LightReading. **Farms, Cows & 5G**. Disponível em: <[https://www.lightreading.com/partner-perspectives-\(sponsored-content\)/farms-cows-and-5g/a/d-id/755201](https://www.lightreading.com/partner-perspectives-(sponsored-content)/farms-cows-and-5g/a/d-id/755201)>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

Brasil Escola. **O que é Agronegócio?** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agronegocio.htm>>. Acesso em: 07 de nov. de 2021.

Sou Agro. **Criado o primeiro drone 5g do agro**. Disponível em: <<https://souagro.net/criado-o-primeiro-drone-5g-do-agro/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

Cisco. **Who is Cisco**. Disponível em: <[https://www.cisco.com/c/en\\_au/about/who-is-head.html](https://www.cisco.com/c/en_au/about/who-is-head.html)>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

Learning English. **British Cows Connected to 5G Can Control Own Milking.**

Disponível em: <<https://learningenglish.voanews.com/a/british-cows-connected-to-5g-can-control-own-milking/4878702.html>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

Estadão. **Leilão do 5G começa e garante 100% de conectividade no campo.**

Disponível em: <<https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/leilao-do-5g-comeca-e-garante-100-de-conectividade-no-campo/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

Casas Bahia. **Afinal, o que é Internet das Coisas?** Disponível em:

<<http://guiadecompras.casasbahia.com.br/eletrodomesticos/internet-das-coisas>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

MARTINS, F. **TECNOLOGIA 5G – O FUTURO DAS REDES MÓVEIS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão de Serviços de Telecomunicações) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 15, 16, 17. 2016.

Tecnoblog. **Entenda a diferença entre 3G, LTE, 4G, 4G+, 4,5G e 5G.** Disponível em:

<<https://tecnoblog.net/236506/diferenca-internet-celular-lte-4g-4gmais-5g/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

GOMES, Helton S. UOL. **5G vem aí: Por que o leilão do Brasil vai ser o maior do**

**mundo?** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/02/08/5g-vem-ai-por-que-o-leilao-do-brasil-vai-ser-o-maior-do-mundo.htm>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

OLIVEIRA, Felipe. UOL. **O que é 5G? Tire suas dúvidas sobre a quinta geração da telefonia.** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/faq/o-que-e-5g-tire-suas-duvidas-sobre-a-quinta-geracao-da-telefonia.htm>>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. Brasil Escola. **O que é Agronegócio?** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agronegocio.htm>>. Acesso em 02 de dez. de 2021.

Radio Tucurané. **5G e o Agronegócio: Entenda a importância dessa tecnologia que promete ser um “divisor de águas”.** Disponível em: <<https://www.radiotucunare.com.br/5g-e-o-agronegocio-entenda-a-importancia-dessa-tecnologia-que-promete-ser-um-divisor-de-aguas/>>. Acesso em 02 de dez. de 2021.