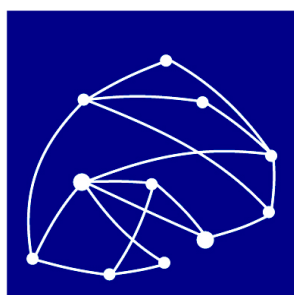


5G IoT

Atividade 1.2 - Levantamento das aplicações de pesquisa no ambiente do agronegócio que possam ser beneficiadas por soluções de IoT e por soluções de conectividade de longo alcance

Inatel
Instituto Nacional de Telecomunicações



RNP

Histórico de Atualizações:

Versão	Data	Autor(es)	Notas
1	11/03/2019	Alexandre Carvalho Ferreira Juliano Silveira Ferreira Luciano Leonel Mendes Tiago Cardoso Barbosa	Elaboração de conteúdo
2	31/03/2019	Luciano Leonel Mendes	Revisão de texto

Lista de Tabelas

2	Especificações de conexão para pesquisa: Uso eficiente de máquinas agrícolas. . .	3
3	Especificações de conexão para pesquisa: Integração de processamento digital de imagens em fotografias e sistema especializado para diagnóstico de doenças em plantas no Brasil.	4
4	Especificações de conexão para pesquisa: Aprimoramento de processos para a qualificação do manejo de terras no centro-Sul do Brasil	5
5	Especificações de conexão para pesquisa do Projeto Fluxus.	6
6	Especificações de conexão para pesquisa: Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas.	6
7	Especificações de conexão para pesquisa: Produção Integrada na Região Amazônica.	8
8	Especificações de conexão para pesquisa: Irrigação automatizada.	8
9	Especificações de conexão para pesquisa: Cultivo protegido de melões nobres em sistema semi-hidropônico: avaliação agrônoma e caracterização de parâmetros fisiológicos e microclimáticos.	9
10	Especificações de conexão para pesquisa: Validação de tecnologia para convivência com mal-do-Panamá em bananeira maçã.	10
11	Especificações de conexão para pesquisa: Tecnologias habilitadoras para adoção da agricultura de precisão em sistemas de produção agrícola de grãos, fibras e cana-de-açúcar.	11
12	Especificações de conexão para pesquisa: Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras tropicais - Paspalum	12
13	Especificações de conexão para pesquisa: Estratégias microbiológicas e moleculares para a seleção de interações benéficas entre bactérias diazotróficas e genótipos de Paspalum e Brachiaria e suas aplicações nos programas de melhoramento das pastagens.	13
14	Especificações de conexão para pesquisa: Fazenda Inteligente.	13
15	Especificações de conexão para pesquisa: Fontes de zinco e fibra dietética em rações de leitões desmamados: desempenho e saúde intestinal.	14
16	Especificações de conexão para pesquisa: Melhoramento genético da castanheira-do-brasil para produção de frutos.	15
17	Ocupação dos profissionais entrevistados.	17

Sumário

1	Introdução	1
2	Descrição de aplicações de comunicação em pesquisas científicas	2
2.1	Uso eficiente de máquinas agrícolas	2
2.2	Integração de processamento digital de imagens em fotografias e sistema especializado para diagnóstico de doenças em plantas no Brasil	3
2.3	Aprimoramento de processos para a qualificação do manejo de terras no centro-Sul do Brasil	4
2.4	Projeto Fluxus - Dinâmica de gases de efeito estufa e balanço de carbono em sistemas de produção de grãos no Brasil	5
2.5	Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas	6
2.6	Produção Integrada na Região Amazônica	7
2.7	Irrigação do automatizada	8
2.8	Cultivo protegido de melões nobres em sistema semi-hidropônico: avaliação agrônoma e caracterização de parâmetros fisiológicos e microclimáticos	9
2.9	Validação de tecnologia para convivência com mal-do-Panamá em bananeira maçã	9
2.10	Tecnologias habilitadoras para adoção da agricultura de precisão em sistemas de produção agrícola de grãos, fibras e cana-de-açúcar	10
2.11	Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras tropicais - Paspalum	11
2.12	Estratégias microbiológicas e moleculares para a seleção de interações benéficas entre bactérias diazotróficas e genótipos de Paspalum e Brachiaria e suas aplicações nos programas de melhoramento das pastagens	12
2.13	Fazenda Inteligente	13
2.14	Fontes de zinco e fibra dietética em rações de leitões desmamados: desempenho e saúde intestinal	14
2.15	Melhoramento genético da castanheira-do-brasil para produção de frutos	14
3	Resultados estatísticos da pesquisa	16
4	Conclusões	24

Acrônimos

Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	1
GPS	<i>Global Positioning System</i>	2
IoT	<i>Internet of Things</i>	13
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	1
UFLA	Universidade Federal de Lavras	2

1 Introdução

O Brasil é considerado uma grande potência mundial quando se trata da área agropecuária, já que o país se destaca como um dos maiores fornecedores de soja, carnes, café, açúcar, algodão e é considerado o maior exportador de alimentos do globo [1]. Esta importância e destaque se deve principalmente à grande área disponível para exploração das atividades agropecuárias e pelas evoluções tecnológicas desenvolvidas e adaptadas ao clima e realidade brasileira, que permitiram melhorar a eficiência e capacidade de produção do país nos últimos anos. As evoluções mencionadas são viabilizadas e potencializadas, por sua vez, pela área de pesquisa, que fomenta a geração de novos conhecimentos, técnicas e tecnologias.

No âmbito da pesquisa agropecuária no Brasil, merece destaque a contribuição da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), órgão caracterizado como empresa pública vinculada ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). A Embrapa tem contribuído de maneira fundamental, através de investimentos em projetos de pesquisa, no avanço das fronteiras agrícolas brasileiras, como ocorrido no caso do cerrado brasileiro, cuja exploração agrícola fora viabilizada graças ao desenvolvimento de técnicas de correção de solo e de cultivares adaptados a solos ácidos. Além disso, os projetos de pesquisa auxiliam também no aumento de produtividade e eficiência. De acordo com o último Balanço Social divulgado, de 2017 [2], a Embrapa estima um Lucro Social de R\$ 37,18 bilhões sendo que, para cada real aplicado nas atividades de pesquisa agropecuária da empresa, foi gerado um retorno de R\$ 11,06 para a sociedade brasileira. Estimativa esta que considera os impactos econômicos de 113 tecnologias e cerca de 200 cultivares. Segundo o Balanço Social mencionado, o retorno dos investimentos realizados na geração de tecnologias monitoradas e adotadas pelos produtores rurais indicam uma alta rentabilidade. A taxa interna de retorno (TIR) média desses investimentos foi estimada em 36,1%. Além disso, estima-se que foram gerados 68.310 novos empregos decorrentes do uso das tecnologias consideradas. O papel desempenhado pela iniciativa pública tem grande importância no cenário agropecuario brasileiro, porém, o país conta também com o apoio de outras entidades públicas, além da Embrapa, e também entidades privadas, incluindo escolas técnicas, faculdades e centros de pesquisa.

As soluções tecnológicas associadas à Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) e redes de acesso 5G disponibilizam ferramentas e viabilizam aplicações que podem proporcionar grandes impactos no aumento de eficiência e produtividade da pesquisa aplicada ao agronegócio. Estas tecnologias, portanto, devem ser consideradas como ferramentas facilitadoras na pesquisa do manejo de cultivares, pastagens e monitoramento de animais. As aplicações que podem ser beneficiadas por essas tecnologias são automatização de leitura em redes de sensores, controle remoto de equipamentos de pesquisa, monitoramento de plantações por imagem e até mesmo o atendimento das necessidades básicas de comunicação, como mensagens de texto e voz em áreas remotas. Este relatório apresenta os resultados principais de um levantamento das aplicações de pesquisa no ambiente do agronegócio que podem ser beneficiadas por soluções de IoT e por soluções de conectividade de longo alcance. Este levantamento foi realizado na forma de um formulário online submetido à cerca de 700 profissionais da área de agricultura e pecuária de diferentes regiões e entidades brasileiras. Um total de 64 profissionais respondeu ao questionário. Entretanto, nem todas as respostas fornecidas foram detalhadas o suficiente para que se pudesse fazer uma descrição satisfatória do projeto de pesquisa em questão. Por esse motivo, o número de pesquisas apresentadas no relatório é menor que o número de questionários respondidos.

2 Descrição de aplicações de comunicação em pesquisas científicas

A presente seção apresentada algumas das pesquisas em agricultura e pecuária que foram mencionadas nos formulários respondidos pelos pesquisadores de diversas unidades da Embrapa e UFLA (Universidade Federal de Lavras). Tais aplicações foram selecionadas em função do maior detalhamento de informações fornecidas por parte do pesquisador, durante a elaboração de sua resposta. A seção apresenta um breve resumo da pesquisa em questão, bem como as deficiências de comunicação encontradas nas áreas rurais/remotas e, por fim, os requisitos de comunicação associados à tal pesquisa. As deficiências e requisitos mencionados evidenciam que a pesquisa no setor agropecuário pode se beneficiar da conectividade e da rede IoT no campo das mais diversas maneiras.

2.1 Uso eficiente de máquinas agrícolas

As máquinas e veículos agrícolas são amplamente utilizados na agricultura para diminuição de custos e aumento da capacidade produtiva. Os veículos agrícolas são empregados em todas as etapas do processo agrícola, desde preparo do solo, semeadura, cultivo até a colheita. Apesar do aumento da eficiência ocasionado por essas máquinas, seu uso inadequado pode impactar negativamente na produção, como a compactação do solo devido ao excesso de patinação das rodas. Outro fator que tem chamado a atenção da comunidade científica é a otimização do consumo energético. Pesquisas, como a realizada em [3], visam adquirir medidas em tempo real provenientes de dispositivos transdutores, comumente chamado de sensores, instalados no maquinário agrícola. Os sensores tem a função de transformar as grandezas físicas, químicas e biológicas, em estímulos elétricos a serem processados. O resultado que se espera do processamento é o uso mais eficiente dos recursos. Os sensores utilizados na pesquisa descrita em [3] são:

- Célula de carga - utilizada para medir a força de tração demandada pelo implemento.
- Sensor ultrassônico - medir a profundidade de intervenções realizadas no solo.
- Módulo GPS (*Global Positioning System*) - aquisição da posição geográfica do veículo agrícola.
- Sensor indutivo de proximidade - medir a distância do maquinário para uma determinada referência.
- Medidor de vazão - monitora a quantidade de combustível ou outros insumos consumidos pela máquina durante sua operação.
- Radar - mede a velocidade do veículo agrícola.

Nessa aplicação os dados coletados pelos sensores são concentrados em uma unidade de processamento local, no próprio veículo agrícola. De acordo com o pesquisador que atua no projeto descrito em [3], a disponibilidade de uma rede sem fio de longo alcance facilitaria a coleta de dados e permitiria tomada de decisão em tempo real. A disponibilidade de Internet também permitiria a coleta remota de dados medidos pelos sensores e um contato com a unidade de trabalho. De acordo com relato do entrevistado, essa pesquisa é feita de 500 m a 15 km do

ponto de Internet mais próximo. A pesquisa é realizada em terreno plano de 1 a 5 hectares de área aproximada e tem duração média 6 meses. O resumo das especificações de conexão apontados pelo pesquisador estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Especificações de conexão para pesquisa: Uso eficiente de máquinas agrícolas.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	15 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	todo tempo
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 100 e 5000 m
Área de cobertura	entre 1 e 5 ha
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	não se aplica

2.2 Integração de processamento digital de imagens em fotografias e sistema especializado para diagnóstico de doenças em plantas no Brasil

O valor das perdas causadas por doenças e pragas em plantações no Brasil é de R\$ 55 bilhões anuais [4]. Um projeto de pesquisa liderado pela Embrapa, consiste em disponibilizar um banco de dados com imagens digitais para diagnósticos de doenças em plantas cultivadas no Brasil como grãos, frutos e leguminosos. O processamento da imagem é realizado através da inteligência artificial onde o pesquisador ou produtor usa um dispositivo móvel para captura da imagem da planta a ser analisada. O sistema processa a imagem coletada em um servidor remoto. As respostas esperadas são as doenças com sintomas correlacionados a planta analisada [5].

Os pesquisadores julgam muito importante a disponibilidade de uma rede móvel nas plantações para transmissão das imagens adquiridas pelo produtor ou engenheiro agrônomo. Essas imagens ajudariam a realimentar o banco de dados utilizado na pesquisa. Com o dispositivo conectado à Internet, o produtor tomaria as devidas providências com rapidez, evitando assim maiores perdas que podem ser ocasionadas pela proliferação das pragas na lavoura. Os pesquisadores usufruem dessa base de dados para desenvolverem métodos mais eficazes de combate a doenças. As especificações apontadas pelo pesquisador estão mostradas na Tabela 3.

Tabela 3: Especificações de conexão para pesquisa: Integração de processamento digital de imagens em fotografias e sistema especializado para diagnóstico de doenças em plantas no Brasil.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	20 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/semana
Periodicidade para acionamento de dispositivos	1 vez/semana
Necessidade de monitoramento em tempo real	não
Distância entre dispositivos	entre 1 e 5 m
Área de cobertura	entre 100 e 500 m ²
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	não se aplica

2.3 Aprimoramento de processos para a qualificação do manejo de terras no centro-Sul do Brasil

O plantio direto é uma alternativa de manejo do solo que visa diminuir os impactos causados pelo uso de máquinas agrícolas. Nessa técnica, as sementes e os fertilizantes são inseridos diretamente no solo através de sulcos abertos no mesmo. Ao contrário das técnicas de manejo convencionais, não são necessárias etapas como aração e gradagem. Dentre as principais vantagens do plantio direto, pode-se destacar a maior retenção de água no solo, menor assoreamento dos rios, maior retenção de nutrientes e redução da erosão [6].

Um projeto de pesquisa realizado pela Embrapa, descrito em [6], visa monitorar continuamente duas microbacias hidrográficas, sendo uma utilizando técnicas de plantio direto e outra manejo inadequado. Nessa pesquisa, é necessário o monitoramento contínuo da vazão hídrica e da produção de sedimentos, a fim de analisar e desenvolver um índice de qualidade. A motivação dessa pesquisa é a observação da erosão hídrica e a queda de produtividade em manejo inadequado [6].

Segundo o pesquisador entrevistado, não existe a disponibilidade de acesso a Internet no local da pesquisa. A disponibilização de uma rede sem fio facilitaria na aquisição de dados provenientes dos sensores de umidade e temperatura instalados no solo. É desejável que os dados dos sensores sejam adquiridos uma vez por dia. Os terrenos utilizados nessa pesquisa são predominantemente montanhosos e com média de 10 km de distância do ponto de acesso à Internet mais próximo. Por fim, é desejável que os dispositivos instalados no solo funcionem por 2 anos alimentados por bateria. O resumo das necessidades de conexão apontadas pelo pesquisador estão mostradas na Tabela 4.

Tabela 4: Especificações de conexão para pesquisa: Aprimoramento de processos para a qualificação do manejo de terras no centro-Sul do Brasil

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	não
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	10 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/dia
Periodicidade para acionamento de dispositivos	não se aplica
Necessidade de monitoramento em tempo real	não
Distância entre dispositivos	não respondido
Área de cobertura	não respondido
Topologia do terreno	montanhoso
Dispõe de energia elétrica	não
Tempo duração de bateria desejável	2 anos

2.4 Projeto Fluxus - Dinâmica de gases de efeito estufa e balanço de carbono em sistemas de produção de grãos no Brasil

Este projeto de pesquisa, realizado pelo departamento Arroz e Feijão da Embrapa, tem o objetivo de estudar tecnologias alternativas no cultivo de grãos, principalmente soja, milho, arroz, feijão e trigo, focadas no acúmulo e sequestro de carbono do solo, impactando na redução da emissão de gases de efeito estufa. O conhecimento adquirido na pesquisa é essencial para previsão de cenários futuros para fomentar políticas públicas na mitigação do aquecimento global, causada pela interferência humana no meio ambiente [7].

O pesquisador entrevistado relata que nas áreas rurais onde são realizadas as pesquisas não existe a cobertura de rede móvel ou o acesso é muito limitado, não atendendo suas demandas. É de grande importância a disponibilidade de uma rede móvel para a transmissão em tempo real de dados científicos coletados em campo. Esta disponibilidade tornaria possível, por exemplo, o acesso a distância aos equipamentos instalados no centro de pesquisa. Também faria possível a conexão às redes internacionais de medição e monitoramento.

Os dispositivos utilizados na pesquisa que necessitam de conexão são sensores de umidade, temperatura e chuvas, leituras de dados provenientes de máquinas agrícolas, comunicação com drones, mensagens de texto, aquisição de coordenadas de GPS, controle de maquinários e controle de equipamentos científicos como *eddy covariance towers*. A distância entre os dispositivos varia entre 500 e 2000 metros, ocasionalmente podendo ser maior. A área de cobertura na aplicação está entre 5 e 10 hectares de terreno plano com pequenas colinas.

A conexão com a Internet é necessária para comunicação com os dispositivos utilizados na pesquisa e acesso a bancos de dados científicos. O local não dispõe de energia elétrica sendo que é desejável que a bateria alimente os dispositivos por um período de 10 anos. Na Tabela 5 consta os requisitos de conexão apontados pelo pesquisador.

Tabela 5: Especificações de conexão para pesquisa do Projeto Fluxus.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	30 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	todo tempo
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	500 a 2000 m
Área de cobertura	5 e 10 ha
Topologia do terreno	plano com colinas
Dispõe de energia elétrica	não
Tempo duração de bateria desejável	10 anos

2.5 Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas

Esse projeto visa aprimorar os modelos de simulação com o objetivo de mitigar o impacto das mudanças climáticas na produção agrícola das culturas de soja, milho, trigo, arroz irrigado, feijão, caupi, videira, cana de açúcar e forrageiras. Os resultados esperados são a quantificação econômica do risco da mudança climática nessas culturas e a difusão do uso dos modelos por pesquisadores nas diferentes regiões do Brasil [8].

O pesquisador entrevistado relata uma grande dificuldade de acesso banda larga em áreas remotas, sendo que, quando disponível, o custo do equipamento e da assinatura inviabilizam seu uso. O uso de um aparelho móvel com conexão a uma rede sem fio poderia ser amplamente utilizado em suas pesquisas, principalmente para o acesso a plataformas de modelagem de cultura, nas quais os modelos científicos seriam executados remotamente para o processamento de informações e geração de resultados. Atualmente, o pesquisador não faz uso de dispositivos de medição e controle, mas se houvesse conexão utilizaria sensores de medição de umidade do solo, de estações climáticas e de câmeras. Os detalhes de conexão desejável pelo pesquisador estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6: Especificações de conexão para pesquisa: Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	14 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/dia
Periodicidade para acionamento de dispositivos	não se aplica
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 5 e 10 metros
Área de cobertura	entre 500 e 1000 m ²
Topologia do terreno	montanhoso
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	1 ano

2.6 Produção Integrada na Região Amazônica

Esse projeto é focado na redução de resíduos de defensivos agrícolas nos produtos vegetais através da adequação dos processos produtivos. Os princípios da produção integrada são a adoção de boas práticas agrícolas, rastreabilidade de origem, processo monitorado, uso de tecnologias limpas, competitividade mercadológica, conservação do meio ambiente, capacitação e agregação de valor ao produto final [9].

Segundo o pesquisador entrevistado, existe uma enorme deficiência de comunicação no interior do estado do Amazonas, onde não há sinal de telefonia móvel e nem mesmo comunicação com fio. Este fator impossibilita o acompanhamento das execuções das operações por parte do produtor, impedindo que se possa fornecer as instruções necessárias para resolver problemas de diversas naturezas que interferem em seus cultivos. Um agravante que pode ser citado é a enorme dificuldade na logística, pois na maioria das propriedades rurais do estado não existe estradas, o que demanda longas viagens de barco, que podem durar dias. Além do mais, quando se opta por essas viagens, assume-se o risco de não encontrar o produtor na propriedade. Portanto, não existem meios adequados para a transferência de tecnologias e conhecimentos ao produtor residente em áreas remotas do estado do Amazonas.

Com a disponibilidade de uma rede de comunicação com suporte à transmissão de dados, poderiam ser enviadas e recebidas mensagens de texto, bem como informações de voz e imagens, que possibilitariam uma maior integração do produtor com os pesquisadores e estes, por sua vez, poderiam suportá-lo de maneira ágil na resolução de problemas. Nesse contexto, a comunicação por imagem se mostra fundamental para possibilitar soluções assertivas, como por exemplo, ao se analisar uma foto da sintomatologia de uma doença ou praga, o pesquisador poderá fornecer a informação necessária para as interpretações do problema e a prescrição da receita. Além disso, o pesquisador julga como benéfico a disponibilização de uma rede de comunicação para coleta de dados climatológicos, por meio de estação de coleta automatizada, troca de arquivos e imagens para realização de pesquisa e inclusão social do agricultor, integrado-o à comunidade, inclusive promovendo a sua saúde, bem estar e integridade.

O acesso à Internet possibilitaria uma comunicação mais ágil entre os atores da equipe envolvidos nos trabalhos de pesquisa, bem como o intercâmbio de informações coletados durante a execução da mesma. Nesse mesmo contexto, permitiria a automação nas coletas e transmissões de dados, especialmente de estações climatológicas de aviso que se constituem na base norteadora do sistema integrado de produção agropecuária. Nesse sistema, os dados climatológicos de temperatura, precipitação e insolação são utilizados para a decisão de aplicação dos defensivos agrícolas, sendo de grande importância econômica e sustentável.

O campo experimental da Embrapa Amazônia há acesso à Internet, porém de maneira precária, o que compromete a evolução das pesquisas, bem como o emprego de aplicativos e drones para avaliação do estado nutricional das plantas, dos índices de infecção patogênicos e de infestação de pragas, assim como avaliação das extensões dos danos provocados por esses agentes.

A área de cobertura necessária para essa aplicação, a título de pesquisa e desenvolvimento de nova tecnologia, pode ser considerada entre 1 e 5 hectares de terreno plano. Entretanto, dadas as variações de dados climatológicos em um mesmo tempo, que são peculiares à região do Amazonas, áreas adicionais certamente seriam importantes para se estabelecer uma cobertura mais real das avaliações, elevando a precisão dos trabalhos de pesquisa que refletem, por sua vez, no desenvolvimento de técnicas mais efetivas e confiáveis.

As especificações de conexão fornecidas pelo pesquisador estão mostradas na Tabela 7.

Tabela 7: Especificações de conexão para pesquisa: Produção Integrada na Região Amazônica.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	> 100 km (pior caso)
Periodicidade para coleta de dados	sob demanda
Periodicidade para acionamento de dispositivos	sob demanda
Necessidade de monitoramento em tempo real	não
Distância entre dispositivos	sob demanda
Área de cobertura	entre 1 e 5 ha
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	não respondido

2.7 Irrigação do automatizada

A irrigação é uma técnica que tem como finalidade suprir a necessidade de água no solo para aumentar ou garantir a produção das plantações. Na agricultura é útil saber o momento e quantidade certa de água a ser aplicada em determinada cultura. Para isso, o conhecimento do solo e a fisiologia da cultura são importantes para o bom manejo da aplicação de água [10].

O projeto descrito em [10] visa oferecer importantes informações nos diversos segmentos da cadeia produtiva da melancia. Segundo um pesquisador deste projeto, existe a deficiência em sua pesquisa na coleta e transferência de dados remotamente, o que seria em pesquisas na irrigação. A tomada de decisão nesta área é muito dinâmica e demanda monitoramento permanente. A disponibilidade de uma rede sem fio permitiria o conhecimento em tempo real das áreas produtivas e, conseqüentemente, as decisões de acionamento da irrigação seriam mais assertivas.

Os dispositivos utilizados nesse tipo de pesquisa são sensores de umidade, chuva e temperatura, atuadores para a irrigação, captura de imagens por câmera e aquisição de coordenadas geográficas. A natureza desses dispositivos são fixos, móveis e nomádicos.

Os requisitos da rede de comunicação fornecidas pelo pesquisador estão descritas na Tabela 8.

Tabela 8: Especificações de conexão para pesquisa: Irrigação automatizada.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	de 10 a 20 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	variável
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 50 e 100 metros
Área de cobertura	entre 5 e 10 ha
Topologia do terreno	montanhoso
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	1 mês

2.8 Cultivo protegido de melões nobres em sistema semi-hidropônico: avaliação agrônômica e caracterização de parâmetros fisiológicos e microclimáticos

A distância entre os centros consumidores e produtores do melão nobre e a entressafra, que ocorre nos períodos de janeiro a julho, tornam essa fruta escassa e de preço elevado. A pesquisa descrita em [11] tem por objetivo reduzir os custos relativos a produção de melão em cultivo protegido, utilizando a técnica hidropônica. Essa técnica tem como vantagens a maior qualidade, maior produtividade, menor incidência de pragas e doenças, eliminação de perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento, volatilização, fixação e retrogradação, impactando no menor uso de fertilizantes e defensivos agrícolas [11].

Segundo o pesquisador entrevistado, existe deficiência de comunicação, o que compromete o monitoramento e automação de sensores e atuadores para fins de produção em ambientes protegidos como estufas e telados. A disponibilidade de uma rede sem fio proporcionaria o controle de variáveis microclimáticas, como temperatura, umidade e radiação solar para melhoria do ambiente das plantas e auxílio na tomada de decisão de operações e tratamentos culturais. Nesse caso, seriam utilizados sensores de umidade, temperatura e atuadores de irrigação e de controle de temperatura. Esses dispositivos são fixos não necessitando mobilidade. Os requisitos reportados para esta aplicação estão mostrados na Tabela 9.

Tabela 9: Especificações de conexão para pesquisa: Cultivo protegido de melões nobres em sistema semi-hidropônico: avaliação agrônômica e caracterização de parâmetros fisiológicos e microclimáticos.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	15 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	sob demanda
Necessidade de monitoramento em tempo real	não
Distância entre dispositivos	entre 10 e 50 m
Área de cobertura	< 100 m ²
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	6 meses

2.9 Validação de tecnologia para convivência com mal-do-Panamá em bananeira maçã

Essa pesquisa, descrita em [12], consiste no estudo do genótipo de uma planta de bananeira maçã resistente ao fungo *Fusarium oxysporum*. Esta planta, denominada maçã capixaba, foi disseminada desde a década de 90 no estado de Goiás devido a sua resistência à praga, observada em uma plantação dizimada pelo fungo. O resultado desta pesquisa é a comprovação da referida resistência, bem como a averiguação dos mecanismos que proporcionam tal resistência, o que envolve a realização de estudos em diferentes áreas como fitopatologia, anatomia e biologia molecular [12].

Segundo a pesquisadora entrevistada, na grande maioria das fazendas onde atua não existe disponibilidade de acesso à Internet e à rede de comunicação móvel. Entretanto, o acesso à

Internet é citado pela mesma como importante para pesquisa na busca por periódicos científicos, na análise de dados estatísticos e para uso de aplicativos, afim de detectar problemas como doenças, pragas, deficiências nutricionais entre outros.

A disponibilidade de uma rede sem fio possibilitaria o uso de atuadores, leitura de dados de máquinas agrícolas, uso de drones, captura de imagens e vídeos, mensagens de texto e voz, captura de coordenadas geográficas e controle de maquinários. Esses dispositivos são de natureza fixa e móvel. Os requisitos da comunicação apontados pela pesquisadora estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10: Especificações de conexão para pesquisa: Validação de tecnologia para convivência com mal-do-Panamá em bananeira maçã.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	20 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/semana
Periodicidade para acionamento de dispositivos	todo tempo
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 50 e 100 m
Área de cobertura	entre 1 e 5 ha
Topologia do terreno	montanhoso
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	1 mês

2.10 Tecnologias habilitadoras para adoção da agricultura de precisão em sistemas de produção agrícola de grãos, fibras e cana-de-açúcar

O projeto tem como objetivo validar estratégias de aplicação de taxas variáveis de insumo, tais como corretivos, fertilizantes, sementes e defensivos, com foco na redução de custos, menor impacto ambiental e aumento da produtividade. Os dados coletados serão organizados em um banco de dados a ser disponibilizado para os pesquisadores e agricultores. Esse projeto será executado dentro de fazendas sem prejudicar seu manejo cotidiano [13].

O pesquisador entrevistado relata que existe deficiências na comunicação da equipe em tempo real durante os trabalhos de experimentação em campo, impossibilidade de coleta e transmissão eletrônica de dados experimentais e dificuldade para a realização de buscas na Internet sobre informações relacionadas ao trabalho.

A disponibilidade de uma rede sem fio em áreas remotas permitiria a utilização de aplicativos no campo e também a coleta de dados experimentais em tempo real. Em suas pesquisas, seria possível a utilização de sensores, coleta de dados de máquinas agrícolas, uso de drones, captura de imagens por câmera, envio de mensagens de texto e voz, aquisição de coordenadas geográficas e, por fim, o uso de sistemas inteligentes para registro e processamento rápido de dados. Os dispositivos utilizados são fixos e móveis. Na Tabela 11 estão mostradas as especificações fornecidas pelo pesquisador.

Tabela 11: Especificações de conexão para pesquisa: Tecnologias habilitadoras para adoção da agricultura de precisão em sistemas de produção agrícola de grãos, fibras e cana-de-açúcar.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	não
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	60 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/mês
Periodicidade para acionamento de dispositivos	1 vez/mês
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 500 e 1000 m
Área de cobertura	entre 5 e 10 ha
Topologia do terreno	montanhoso ou plano
Dispõe de energia elétrica	não
Tempo duração de bateria desejável	10 anos

2.11 Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras tropicais - *Paspalum*

No Brasil 50% das pastagens utilizadas na pecuária são de espécies do gênero *Brachiaria*, o que equivale a 80 milhões de hectares plantados. O cultivo de grandes áreas de uma mesma espécie favorece o aparecimento de pragas, ocasionando um aumento do uso de defensivos agrícolas ou a diminuição da produtividade. A pesquisa realizada pela Embrapa Pecuária Sudeste visa estudar alternativas a cultura de *Brachiaria* para a produção animal. A alternativa a ser pesquisada é o emprego do gênero *Paspalum*, o qual possui mais de 330 espécies, sendo que 220 são nativas do Brasil. Pesquisas indicam que algumas espécies desse gênero são mais resistentes a alagamentos de solos, o que torna essa pesquisa relevante devido ao excesso de chuvas provocadas por mudanças globais no clima. Além disso, pode se destacar que o uso de espécies nativas favorecem o ecossistema e evita o desequilíbrio ecológico [14].

O pesquisador entrevistado relata que existe a absoluta ausência de cobertura de rede móvel na área pesquisada da Embrapa Pecuária Sudeste. A disponibilidade de uma cobertura celular é de suma importância para comunicação com o público interno e externo. Também nessa pesquisa é necessário a comunicação com sensores de umidade, temperatura e chuvas, fixos e nômades, com distância de 100 a 500 metros entre os pares. A bateria nesses dispositivos devem durar aproximadamente 1 mês. Além disso, foi relatado a importância de comunicação por mensagens de texto e voz, aquisição de coordenadas de geolocalização, aquisição de dados de análises laboratoriais, controle de equipamentos em tempo real, através do acesso local e remoto.

Apesar de possuir acesso à Internet na sede, é interessante a redistribuição do acesso por uma rede móvel, afim de propiciar ao pesquisador acesso a e-mails, base de dados científicas, videoconferências, etc. A área de cobertura necessária para este caso está entre 1 e 5 hectares em terreno com áreas irregulares, com aclives e declives. As especificações de conexão descritas pelo pesquisador estão resumidas na Tabela 12.

Tabela 12: Especificações de conexão para pesquisa: Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras tropicais - Paspalum

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	4 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/semana
Periodicidade para acionamento de dispositivos	sob demanda
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 100 e 500 m
Área de cobertura	entre 1 e 5 ha
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	1 mês

2.12 Estratégias microbiológicas e moleculares para a seleção de interações benéficas entre bactérias diazotróficas e genótipos de Paspalum e Brachiaria e suas aplicações nos programas de melhoramento das pastagens

Este projeto tem por objetivo identificar as interações mais responsivas ao processo de fixação biológica de nitrogênio entre bactérias diazotróficas e genótipos de Paspalum e Brachiaria. Como resultado desta pesquisa, espera-se identificar genótipos dessas duas espécies que possam ser utilizados no melhoramento vegetal e o avanço de conhecimento molecular entre bactéria e planta [15].

Segundo o pesquisador entrevistado, não existe a disponibilidade de rede móvel nas áreas remotas onde o trabalho é realizado. A disponibilidade da rede aumentaria a agilidade na comunicação e resolução de problemas encontrados no local remoto. O local de pesquisa possui Internet distribuída por fibra ótica, mas necessita que a rede seja redistribuída em toda propriedade através de uma rede sem fio móvel.

Os dispositivos utilizados pelo pesquisador são sensores de umidade, temperatura e chuva, capturas de imagem e vídeo por câmeras, mensagens de texto e voz, e coordenadas de GPS. Nessa aplicação, esses dispositivos podem ser fixos e móveis. A periodicidade que se deseja adquirir os dados são de 1 vez por dia. A distância entre os dispositivos é entre 50 e 100 metros e a área de cobertura está entre 5 e 10 hectares de terreno plano. O resumo das especificações respondidas pelo entrevistado estão mostradas na Tabela 13.

Tabela 13: Especificações de conexão para pesquisa: Estratégias microbiológicas e moleculares para a seleção de interações benéficas entre bactérias diazotróficas e genótipos de *Paspalum* e *Brachiaria* e suas aplicações nos programas de melhoramento das pastagens.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	não
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	6 km
Periodicidade para coleta de dados	1 vez/dia
Periodicidade para acionamento de dispositivos	1 vez/dia
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 50 e 100 m
Área de cobertura	entre 5 e 10 ha
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	não respondido

2.13 Fazenda Inteligente

O objetivo deste projeto é implementar o conceito de Fazenda Inteligente em toda área utilizada para pesquisa pela Embrapa Pecuária Sudeste. A fazenda possui uma área total de 2600 hectares de terreno plano com algumas ondulações. O termo Fazenda Inteligente ou *Smart Farming* é a aplicação de tecnologias para obtenção de melhores resultados no agronegócio. As tecnologias utilizados nesse contexto são IoT (*Internet of Things*), computação em nuvem, *cognitive computing* e *big data* [16]. Para esse objetivo, a conectividade em toda área da fazenda é importante.

Neste projeto de Fazenda Inteligente é necessário a comunicação com diversos tipos de sensores utilizados na agricultura e em animais, atuadores, drones, captura de imagem por câmera, mensagem de texto e voz, aquisição de coordenadas de GPS. Estes dispositivos podem ser fixos, móveis ou nômades, cujo acesso pode ser realizado, em grande parte dos casos, em tempo real. A duração esperada para as baterias que alimentam os dispositivos são de 10 anos. O resumo das especificações fornecidas pelo pesquisador estão descritas na Tabela 14.

Tabela 14: Especificações de conexão para pesquisa: Fazenda Inteligente.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	não
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	8 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	todo tempo
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	variável
Área de cobertura	2600 ha
Topologia do terreno	colinas
Dispõe de energia elétrica	não
Tempo duração de bateria desejável	10 anos

2.14 Fontes de zinco e fibra dietética em rações de leitões desmamados: desempenho e saúde intestinal

Essa pesquisa, conduzida no departamento de zootecnia da UFLA, tem como objetivo avaliar o impacto do óxido de zinco e do zinco encapsulado associado a fibras dietéticas na melhora da saúde intestinal dos leitões. Para esse fim, foram monitorados 140 leitões machos castrados e desmamados aos 21 dias, alojados em baias de uma creche [17].

De acordo com o pesquisador entrevistado existe a deficiência de conexão a Internet de qualidade nas áreas rurais. A disponibilidade dessa rede propiciaria a conexão dessas áreas remotas em tempo real com o centro de pesquisa. Essa conexão possibilitaria a instalação de sensores nos animais e o monitoramento através de imagens. Esses sensores e câmeras são fixos e confinados no criadouro animal. As especificações fornecidas pelo pesquisador estão descritas na Tabela 15.

Tabela 15: Especificações de conexão para pesquisa: Fontes de zinco e fibra dietética em rações de leitões desmamados: desempenho e saúde intestinal.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	sim
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	3 km
Periodicidade para coleta de dados	todo tempo
Periodicidade para acionamento de dispositivos	todo tempo
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 5 e 10 m
Área de cobertura	entre 500 e 1000 m ²
Topologia do terreno	plano
Dispõe de energia elétrica	sim
Tempo duração de bateria desejável	não respondido

2.15 Melhoramento genético da castanheira-do-brasil para produção de frutos

Este projeto tem como objetivo o melhoramento da produtividade das castanheiras na região amazônica, selecionando genótipos superiores de castanha-do-brasil. Isto proporcionará uma fonte de sementes de origem conhecida no plantio de mudas para uso comercial [18].

Segundo a pesquisadora entrevistada, a deficiência de comunicação com as comunidades da região amazônica dificulta a preparação de logística para execução de suas pesquisas. Visto que na maioria das vezes, as comunidades visitadas ficam a horas ou dias de viagem de barco, o contato precoce é relevante para o planejamento da viagem. Porém os pesquisadores encontram ausência total de comunicação, seja ela fixa ou móvel.

Os dispositivos usados nessa pesquisa são drones, capturas de imagens por câmera e aquisição de coordenadas geográficas. As especificações de comunicação estão descritas na Tabela 16.

Tabela 16: Especificações de conexão para pesquisa: Melhoramento genético da castanheira-do-brasil para produção de frutos.

Informações da pesquisa disponibilizadas na Internet	não
Distância entre o local de pesquisa e a conexão mais próxima	> 100 km
Periodicidade para coleta de dados	anual
Periodicidade para acionamento de dispositivos	não necessário
Necessidade de monitoramento em tempo real	sim
Distância entre dispositivos	entre 500 e 1000 m
Área de cobertura	entre 5 e 10 ha
Topologia do terreno	variável
Dispõe de energia elétrica	não
Tempo duração de bateria desejável	não respondido

3 Resultados estatísticos da pesquisa

Nesta seção são mostradas todas as estatísticas gerais dos questionamentos feitos aos pesquisadores entrevistados. Os questionamentos foram realizados através de um formulário online que fora submetido para cerca de 700 profissionais, dentre os quais, 64 se dispuseram a colaborar espontaneamente respondendo ao formulário. Esses pesquisadores trabalham nas mais diversas áreas da agricultura, pecuária e suinocultura, em várias regiões do Brasil, conforme mostrado no gráfico da Figura 1.

As figuras a seguir apresentam o resultado de cada uma das perguntas realizadas na pesquisa, onde o teor é encontrado nas legendas da mesma. Os resultados estão mostrados em forma de gráfico para um melhor entendimento. Os gráficos em pizza representam perguntas onde o entrevistado deveria selecionar apenas uma alternativa. Os gráficos em barra representam perguntas onde o entrevistado podia selecionar mais de uma alternativa.

Conforme pode ser percebido nos gráficos da Figura 1 e na Tabela 17, a grande maioria dos entrevistados são pesquisadores funcionários da Embrapa, seguidos por professores da UFLA. Isso se deve ao fato da Embrapa possuir um grande número de pesquisadores espalhados em todas as regiões do território brasileiro. Cada região possui várias sedes situadas em diversas cidades, focadas em diferentes nichos de pesquisas para os setores agrícola e pecuarista.

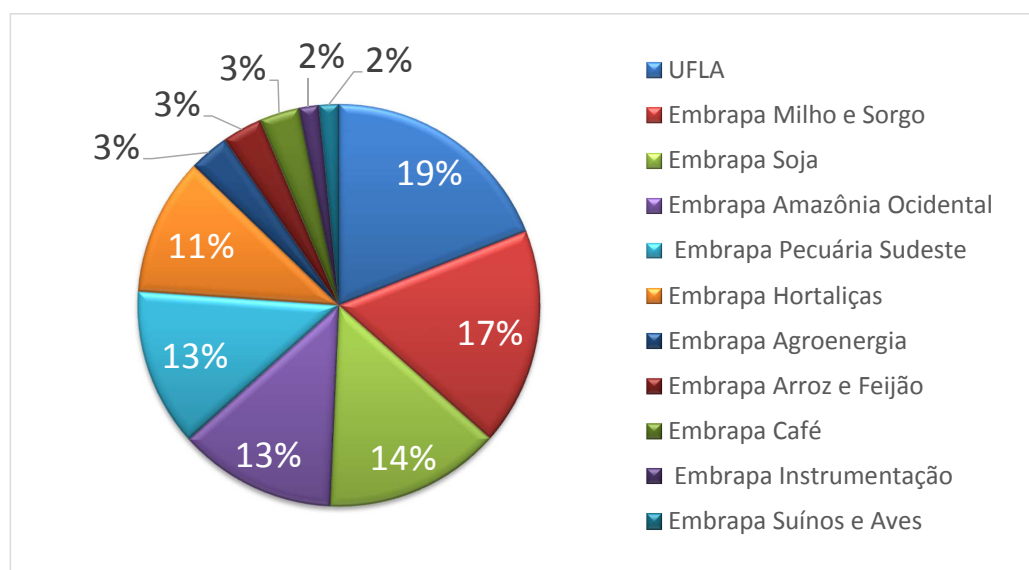


Figura 1: Instituição de atuação do profissional entrevistado.

Tabela 17: Ocupação dos profissionais entrevistados.

Cargo	Quantidade
Pesquisador	49
Professor	12
Analista	2
Técnico	1

Os pesquisadores apontaram os dispositivos já utilizados ou com pretensão de utilização futura em suas pesquisas. Conforme mostrado na Figura 2 e 3, o interesse se divide nos diversos tipos de dispositivos, onde na maioria dos casos os pesquisadores indicaram o uso de mais de um tipo. Os sensores agrícolas mais utilizados são de umidade, temperatura e pluviométricos. Outros tipos de sensores também apontados são para monitoramento de maquinário agrícola. As capturas de imagem foram também indicadas como uma aplicação chave para o monitoramento de cultivos associada a consulta a banco de dados, onde o pesquisador possa encontrar soluções através de cruzamentos de imagens. Mensagens de texto e voz se apresentam como ferramentas para contato com pesquisadores e produtores em campo, para tomadas de decisão ágil, e podem proporcionar melhores resultados em um menor espaço de tempo. Atuadores são utilizados na maioria das vezes em acionamento de sistemas de irrigação e acionamento de máquinas agrícolas. Em 65% dos casos, foi apontado a necessidade da captura das coordenadas geográficas em conjunto com os dados coletados para um maior controle das informações.

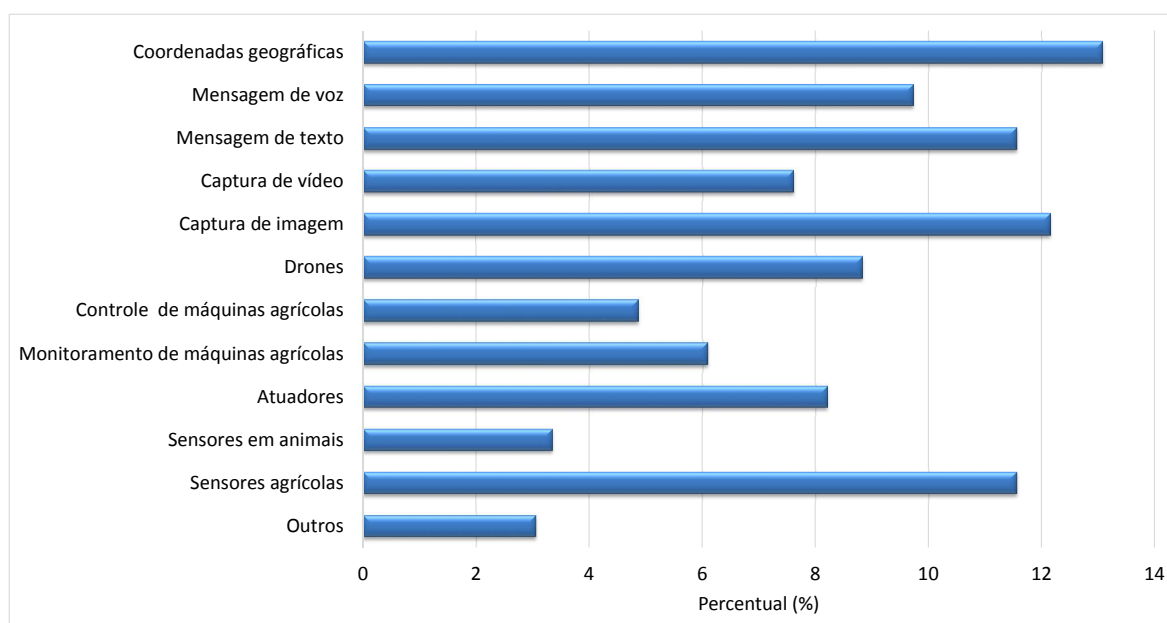


Figura 2: Quais das opções listadas são utilizadas em sua pesquisa?

A mobilidade dos dispositivos considerados pelas pesquisas, mostrada no gráfico da Figura 4, se divide em dispositivos fixos, móveis e nomádicos. Como pode ser observado, a gama de utilização se divide principalmente entre fixos e móveis, indicando uma relação igual de uso. Os dispositivos fixos são predominantemente fixados no solo, como estações meteorológicas. Dentre os móveis, se destacam sensores fixados em animais, monitoramento de máquinas agrícolas e o

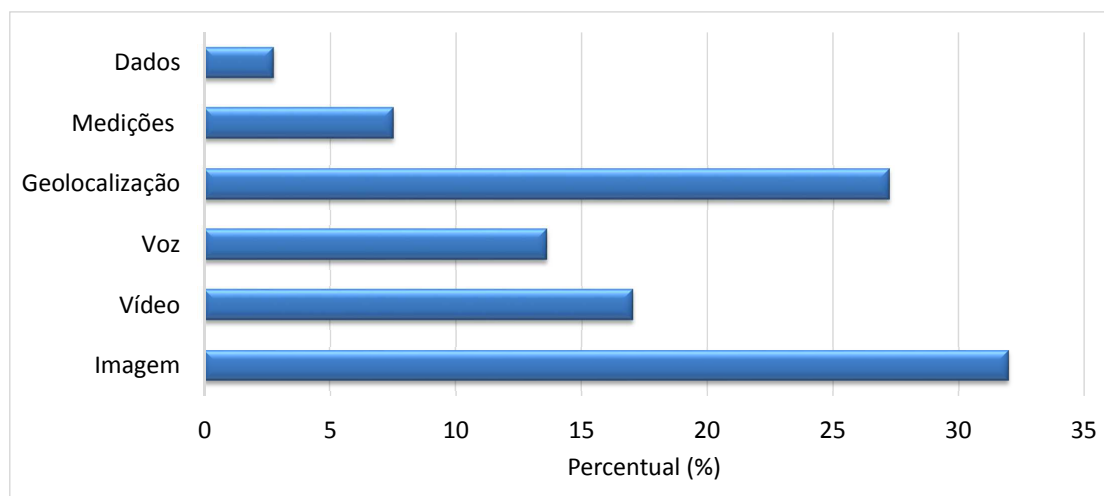


Figura 3: Qual a natureza das aplicações de sua pesquisa?

uso de drones para espalhamento de defensivos agrícolas e capturas de imagens. Os nomádicos são dispositivos fixos que são utilizados em diferentes lugares durante a pesquisa.

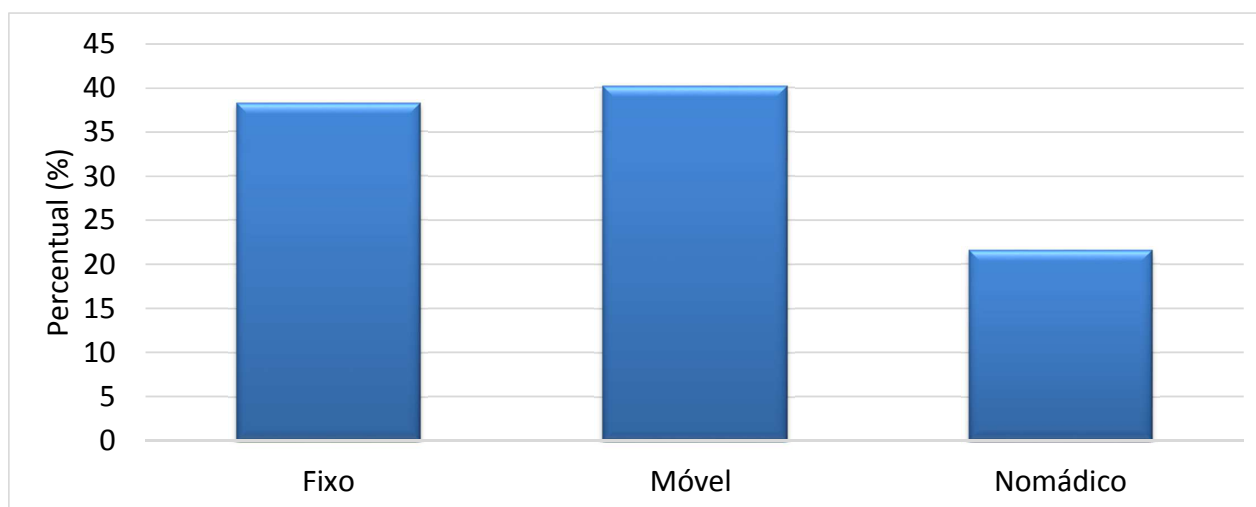


Figura 4: Qual a mobilidade dos dispositivos utilizados em sua pesquisa?

Como mostrado na Figura 5, a maioria dos entrevistados desejam que os dados da pesquisa estejam disponíveis na Internet. Dentre as aplicações que demandam a disponibilidade dos dados na rede estão a consulta e alimentação de banco de dados de pragas e doenças em plantações, monitoramento climático e interligação de estações meteorológicas com redes internacionais, monitoramento de bacias hidrográficas, assim como todas as aplicações que exigem monitoramento constante. Esse monitoramento pode ser facilitado por tecnologias de processamento em nuvem.

As conexões à Internet disponíveis no local de pesquisa estão mostradas no gráfico da Figura 6. Apesar de grande parte apontar a existência de cobertura celular com redes 2G, 3G e 4G, o acesso é limitado a lugares específicos e com taxas de conexão intermitentes e

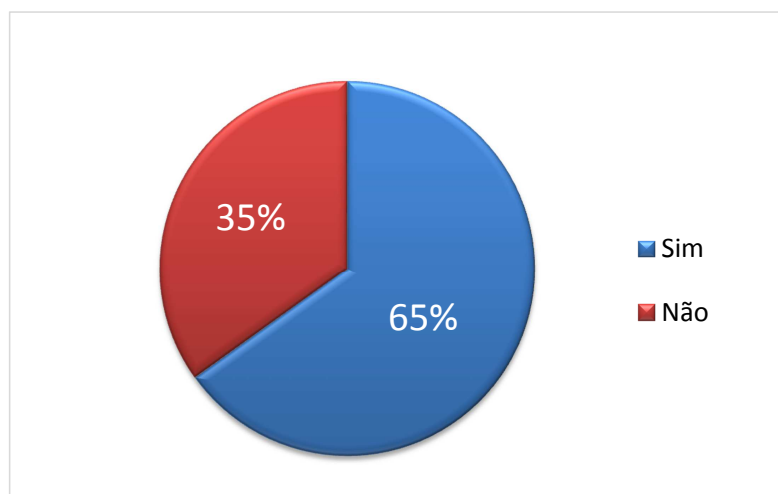


Figura 5: É necessário que as informações coletadas pelos dispositivos sejam disponibilizadas na Internet?

insuficientes. No caso do acesso à rede por satélite, o alto custo dos equipamentos e assinatura são apresentados como fatores que inviabilizam sua aplicação. Nas sedes das fazendas utilizadas para pesquisa, quando próximas a grandes centros, possuem conexão por fibra ótica. Por outro lado, essa conexão é distribuída a apenas poucos metros do ponto de fibra, não cobrindo as áreas utilizadas em pesquisa, como no caso da Embrapa Pecuária Sudeste, que possui uma área de 2600 ha. Nos casos extremos, como aqueles onde pesquisadores trabalham na região amazônica, não existe nenhum tipo de comunicação, nem mesmo para questões básicas, como mensagens de texto ou ligações por voz. Nesse caso, toda pesquisa é comprometida pela falta de comunicação aliada à inexistência de infraestrutura para transporte.

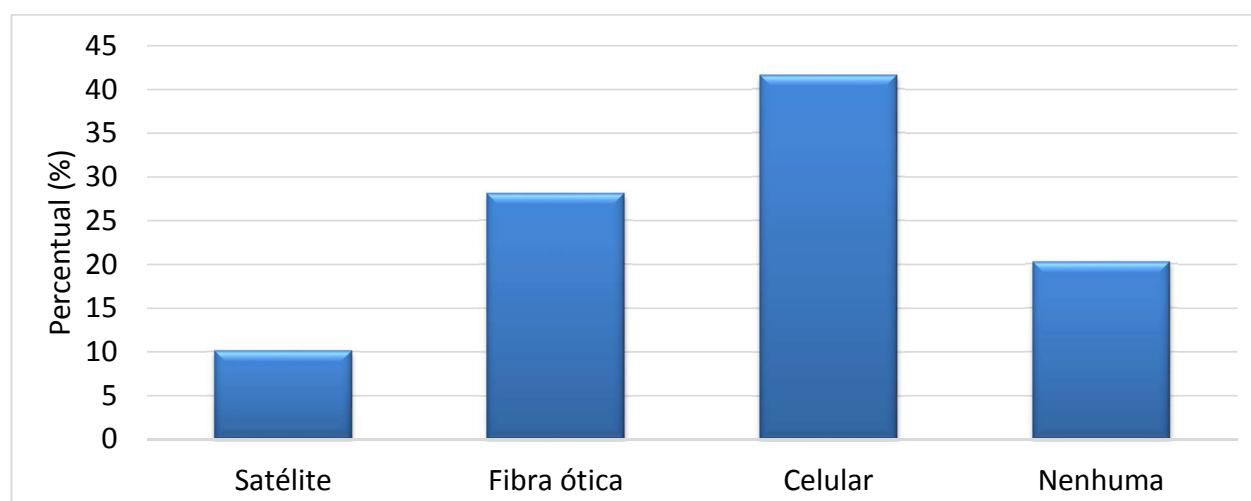


Figura 6: Existe acesso à Internet no local onde é realizada a pesquisa?

A Figura 7 mostra as estatísticas das respostas relacionadas a periodicidade de coleta de dados pelos dispositivos utilizados na aplicação de pesquisa. A maioria das respostas apontam para a necessidade de coleta de dados em tempo real, requerendo alta disponibilidade da rede de comunicação. As estatísticas das respostas relacionadas à periodicidade de acionamento dos

dispositivos na aplicação de pesquisa, por sua vez, estão apresentadas na Figura 8. A maioria das respostas, assim como no sensoriamento, apontam para a necessidade de acionamento em tempo real, indicando também para a necessidade de uma alta disponibilidade da rede de comunicação.



Figura 7: Qual a periodicidade que se deseja coletar os dados em sua pesquisa?



Figura 8: Qual a periodicidade que se deseja acionar os dispositivos em sua pesquisa?

As estatísticas de distância entre os dispositivos e a área de cobertura requerida pelos projetos de pesquisa estão mostradas nas Figuras 9 e 10, respectivamente. A maioria das respostas apontam para a distância entre dispositivos de 50 a 1000 m em uma área limitada entre 1 a 10 hectares. Esses requisitos são embasados pelo fato que a maioria das pesquisas são realizadas em pequenas áreas divididas entre vários projetos nas fazendas experimentais.

A Figura 11 a estatística sobre o tipo de topologia do terreno onde as aplicações de pesquisa são realizadas. É interessante ressaltar que, quando a pesquisa está sendo realizada em uma área restrita, a topografia considerada normalmente foi a plana, devido a pequena extensão

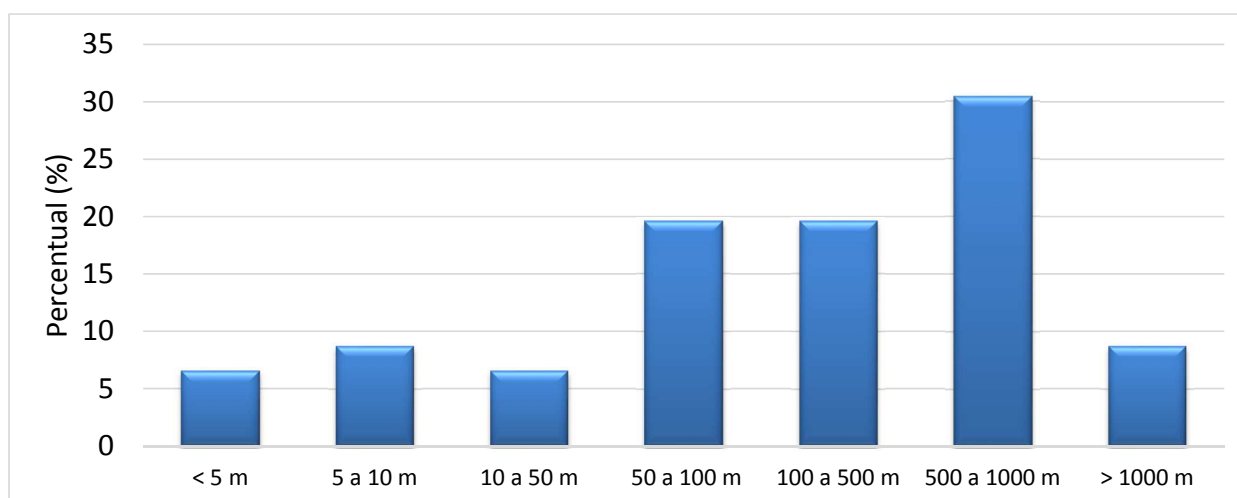


Figura 9: Qual a distância entre os dispositivos?

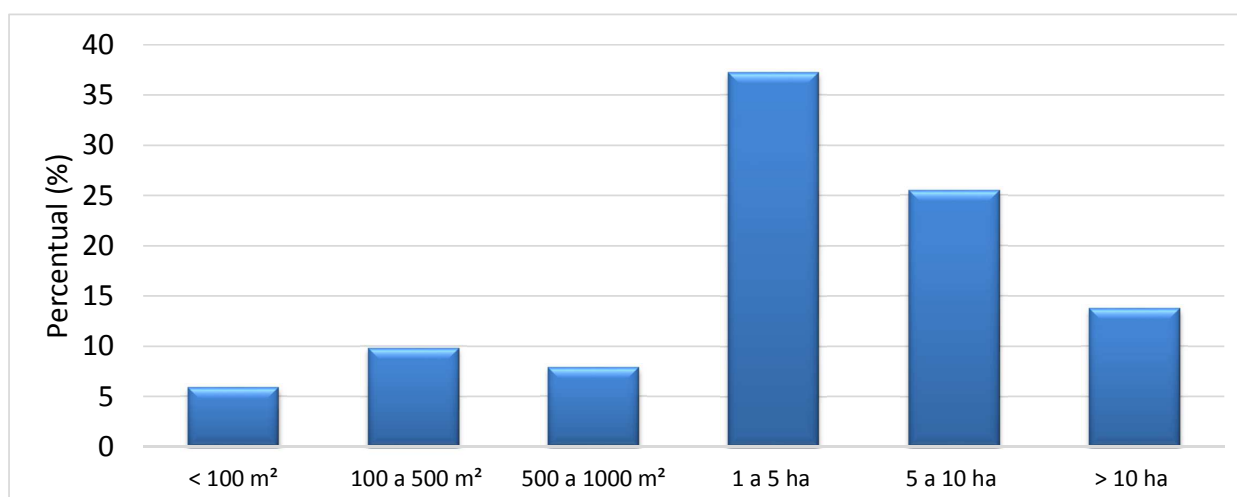


Figura 10: Qual a área de cobertura necessária na aplicação?

de área, enquanto as aplicações em campo aberto foram associadas principalmente a topologia montanhosa.

Os dados estatísticos relacionados a disponibilidade de energia elétrica no local de coleta de informações da aplicação de pesquisa encontram-se apresentados na Figura 12. Embora o maior percentual de respostas indique que há disponibilidade de energia, há um grande número de casos em que não há disponibilidade, sendo importante, portanto, a previsão de alimentação por bateria para os dispositivos que compõem as aplicações.

A Figura 13 mostra o tempo requerido para a alimentação por bateria para os dispositivos empregados nas aplicações de pesquisa. Como pode ser observado, 86% das indicações foi igual ou inferior a 1 ano, provavelmente devido ao curto tempo necessário para execução dos testes durante os projetos de pesquisa.

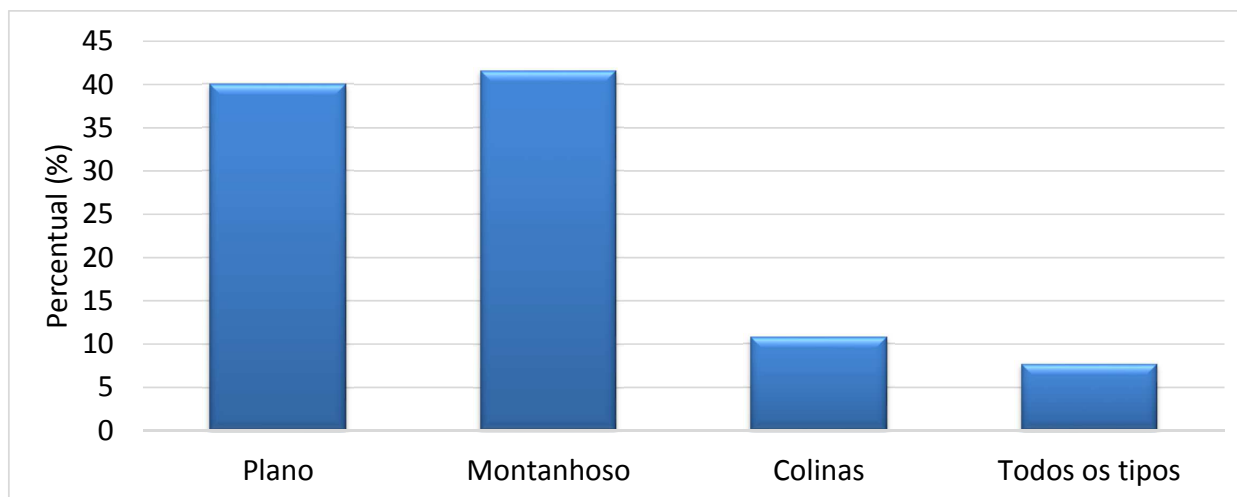


Figura 11: Qual a topologia do terreno utilizado na aplicação?

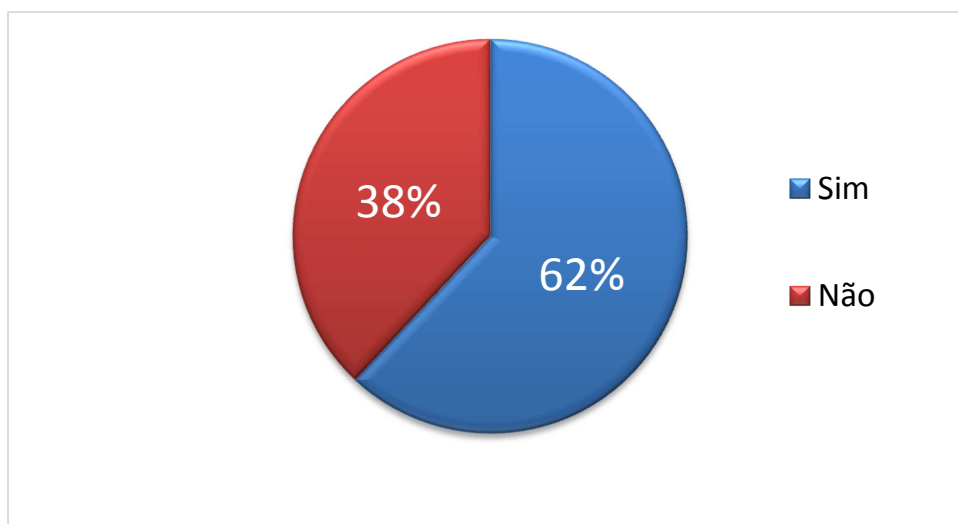


Figura 12: O local de coleta de informações dispõe de energia elétrica?

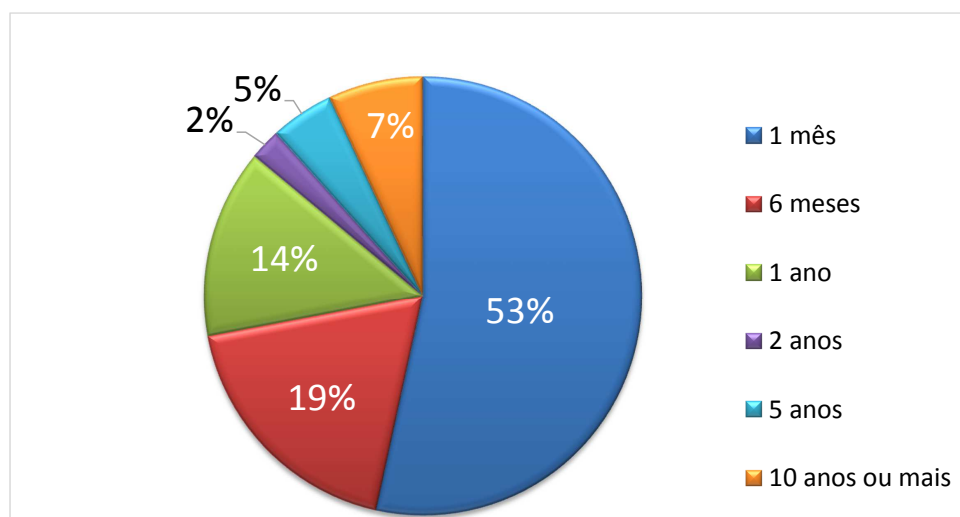


Figura 13: Caso não possua energia elétrica, qual o tempo necessário em que o dispositivo deva funcionar alimentado por bateria?

4 Conclusões

O setor do agronegócio possui uma importância estratégica para o Brasil, tanto com relação ao mercado interno quanto externo. A possibilidade de expansão da área explorada pelo setor do agronegócio, bem como o aumento da produtividade e eficiência do setor é potencializada pela área de pesquisa e desenvolvimento de novos projetos. O emprego das tecnologias associadas ao IoT na área de pesquisa devem ampliar consideravelmente a capacidade produtiva do país, uma vez que permitem que um grande número de novas aplicações sejam idealizadas e viabilizadas. Tecnologias envolvendo rede de sensores e atuadores, sistemas inteligentes de monitoramento e controle, que contemplam inteligência artificial e base de dados massiva, são apontados como facilitadores nos projetos de pesquisas em diferentes áreas e de diferentes formas. Há, entretanto, a necessidade de uma rede de integração que permita a intercomunicação dos elementos de campo com servidores e sistemas remotos para viabilizar a utilização de todo o potencial disponibilizado pelas tecnologias do IoT .

O presente relatório apresentou o resultado de um levantamento realizado junto a diversos profissionais do setor de pesquisa agropecuária brasileira, com objetivo de identificar projetos de pesquisa que possam ser beneficiados por soluções de IoT e por soluções de conectividade de longo alcance. Pode-se verificar, a partir dos resultados obtidos, que uma variada gama de projetos de pesquisa, em diferentes áreas de aplicação, que consideram distintos tipos de cultivos e rebanhos em diversas regiões do país serão impactados e beneficiados pelas soluções de conectividade e IoT. Cada aplicação requer o monitoramento e transmissão de variados tipos de informações, com diferentes periodicidades de transmissão, prevalecendo a necessidade de coleta e transmissão de dados em tempo real, requerendo, portanto, parâmetros e características distintas da rede de comunicação, bem como alta disponibilidade da mesma. É importante ressaltar, dentre as informações obtidas, a baixa qualidade ou indisponibilidade de acesso à rede de dados no local de realização das pesquisas. Esta carência fica explícita tanto nas pesquisas realizadas no interior do Amazonas, no qual existe a ausência total de conectividade, quanto em centros de pesquisas do interior de São Paulo, que possuem pontos de Internet fixo mas não possuem rede de redistribuição sem fio nos locais onde a pesquisa é realizada. Desta forma, fica evidenciado a necessidade de uma rede de acesso 5G flexível o suficiente para atender os requisitos de diversos tipos aplicações e que esta esteja disponível em áreas remotas, para que os diversos projetos de pesquisa relacionados ao agronegócio possam ser beneficiados de maneira significativa. Estes projetos, por sua vez, são essenciais para a manutenção e ampliação da capacidade de produção do agronegócio no Brasil.

Referências

- [1] P. N. M. McKinsey, CPqD, “Internet das coisas: um plano de ação para o brasil, produto 7c: Aprofundamento de verticais – rural,” *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)*, Dez 2017.
- [2] Embrapa, “Embrapa - Balanço Social 2017,” . <https://bs.sede.embrapa.br/destaques.html>, acesso: 12-Março-2019.
- [3] D. do Carmo Santos, E. C. Mantovani, A. M. Barbosa, and W. L. de Castro Mewes, “Uso de linguagem c++ em computador embarcado de alta capacidade para eficientização energética em tratores,” *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, pp. 340–352, 2018.
- [4] N. Rodrigues, “Embrapa e agrosmart fazem parceria para automatizar o diagnóstico e monitoramento de doenças agrícolas,” *Embrapa Notícias*, 2017.
- [5] J. G. A. Barbedo, “Integração de processamento digital de imagens em fotografias e sistema especialista para diagnóstico de doenças em plantas no brasil,” . <https://www.embrapa.br/informatica-agropecuaria/busca-de-projetos/-/projeto/208735/integracao-de-processamento-digital-de-imagens-em-fotografias-e-sistema-especialista-para-diagnostico-de-doencas-em-plantas-no-brasil>, acesso: 11-Março-2019.
- [6] L. C. Hernani, “Aprimoramento de processos para a qualificação do manejo de terras no centro-sul do brasil,” . <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/206516/aprimoramento-de-processos-para-a-qualificacao-do-manejo-de-terras-no-centro-sul-do-brasil>, acesso: 12-Março-2019.
- [7] B. E. Madari, “Projeto fluxus - dinâmica de gases de efeito estufa e balanço de carbono em sistemas de produção de grãos no brasil,” . <http://www.cnpaf.embrapa.br/imprensa/projetofluxus.php>, acesso: 12-Março-2019.
- [8] A. B. Heinemann, “Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas,” . <https://www.embrapa.br/rondonia/busca-de-projetos/-/projeto/205411/intercomparacao-aprimoramento-e-adaptacao-de-modelos-de-simulacao-de-culturas-agricolas-para-aplicacao-em-mudancas-climaticas>, acesso: 12-Março-2019.
- [9] MAPA, “O que é pi?” . <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada/o-que-e-pi>, acesso: 12-Março-2019.
- [10] M. C. Marcos Brandão Braga, “Sistema de produção de melancia,” *Embrapa Seminário*, 2010.
- [11] A. A. de Moraes, “Cultivo protegido de melões nobres em sistema semi-hidropônico: avaliação agrônômica e caracterização de parâmetros fisiológicos e microclimáticos,” . <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/214212/cultivo-protegido-de-meloes-nobres-em-sistema-semi-hidroponico-avaliacao-agronomica-e-caracterizacao-de-parametros-fisiologicos-e-microclimaticos>, acesso: 12-Março-2019.

- [12] F. A. da Silveira, “Severidade do mal-do-panamá da bananeira ‘maçã’ em função de biofertilizantes e isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*,” . <http://repositorio.ufla.br/handle/1/30109?locale=en>, acesso: 12-Março-2019.
- [13] J. L. F. Pires, “Tecnologias habilitadoras para adoção da agricultura de precisão em sistemas de produção agrícola de grãos, fibras e cana-de-açúcar,” . <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/212227/tecnologias-habilitadoras-para-adocao-da-agricultura-de-precisao-em-sistemas-de-producao-agricola-de-graos-fibras-e-cana-de-acucar>, acesso: 11-Março-2019.
- [14] F. de Pina Matta, “Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras tropicais -paspalum,” . <https://www.embrapa.br/pecuaria-sudeste/busca-de-projetos/-/projeto/206055/pesquisa-e-desenvolvimento-de-novas-cultivares-de-forrageiras-tropicais-paspalum>, acesso: 12-Março-2019.
- [15] J. I. Baldani, “Estratégias microbiológicas e moleculares para a seleção de interações benéficas entre bactérias diazotróficas e genótipos de paspalum e brachiaria e suas aplicações nos programas de melhoramento das pastagens,” . <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208877/estrategias-microbiologicas-e-moleculares-para-a-selecao-de-interacoes-beneficas-entre-bacterias-diazotroficas-e-genotipos-de-ipaspalumi-e-ibrachiariai-e-suas-aplicacoes-nos-programas-de-melhoramento-das-pastagens/>, acesso: 11-Março-2019.
- [16] C. D. Fernandes, “Fontes de zinco e fibra dietética em rações de leitões desmamados: desempenho e saúde intestinal,” Master’s thesis, UFLA, 2016.
- [17] P. D. Waquil, “Csmart farming : concepts, applications, adoption and diffusion in southern brazil,” . <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/178439/>, acesso: 12-Fevereiro-2019.
- [18] C. Ângela Pedrozo, “Melhoramento genético da castanheira-do-brasil para produção de frutos,” . <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/210973/melhoramento-genetico-da-castanheira-do-brasil-para-producao-de-frutos>, acesso: 11-Março-2019.