

SISTEMAS DE VIDEOMONITORAMENTO APLICADOS NA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO AGRÍCOLA

VIDEOMONITORING SYSTEMS APPLIED IN THE OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL MANAGEMENT

LUCAS RIBEIRO RODRIGUES. Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Ingá - UNINGÁ.

LILIAN FELIPE DA SILVA TUPAN. Professora assistente do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Ingá – UNINGÁ.

Rod. PR 317, 6114 - Parque Industrial 200, Maringá - PR, 87035-510, Brasil. E-mail: eulucasrr@gmail.com

RESUMO

O aumento da população acarreta em uma crescente demanda por alimentos, assim é fundamental buscar ferramentas com o intuito de otimizar a gestão agrícola, e conseqüentemente melhorar a produtividade. Com as constantes mudanças climáticas e atos de vandalismo humano, os incêndios em plantações têm aumentado a cada ano, e estes acarretam em prejuízos muitas vezes irrecuperáveis. Os avanços tecnológicos nos sistemas de videomonitoramento utilizando câmeras IP (Internet Protocol) são uma alternativa afim de monitorar as condições climáticas e os processos produtivos, podendo ser aplicados também para detectar incêndios e invasão nas propriedades. Assim este artigo busca estudar a viabilidade da implantação de um sistema de videomonitoramento para detecção de incêndio na agricultura, bem como apresentar algumas ideias que possam auxiliar na elaboração de projetos acerca do tema.

Palavras-Chave: Gestão. Agricultura. Videomonitoramento. Otimização. Incêndio.

ABSTRACT

Population growth demands an increasing demand for food, so it is vital to seek out tools to optimize agricultural management and, consequently, improve productivity. With constant climatic changes and acts of human vandalism, fires in plantations increase annually, causing losses often unrecoverable. Technological advances in video monitoring systems using Internet Protocol (IP) cameras are an alternative to monitor climatic conditions and production processes and can also be applied to detect fires and intrusion of properties. Therefore, this article seeks to study the feasibility of implementing a video monitoring system for fire detection in agriculture, as well as presenting some ideas that may help in the elaboration of projects on the subject.

Key-words: Management. Agriculture. Videomonitoring. Optimization. Fire.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população há uma crescente demanda por alimentos e demais produtos oriundos da agricultura, porém em contrapartida com essa necessidade, há também a tendência da diminuição dos recursos naturais, assim a produção rural é um segmento que precisa ser otimizado, visando à sustentabilidade e segurança alimentar. A gestão agrícola deve buscar o máximo de rendimento das culturas com o menor consumo de recursos possível, nesse contexto, a Agricultura de Precisão ganha mais adeptos e se mostra muito importante para aumentar a produção através de uma gestão mais eficiente, esta ainda permite que haja a integração do agronegócio com ferramentas das áreas de automação, e engenharia elétrica (MOLIN et al., 2015).

Conforme Pierce (1999) e Mapa (2016), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, definiu a Agricultura de Precisão (AP) como sendo um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva, que visa o aumento do retorno econômico ao agricultor, a sustentabilidade e a minimização de problemas ambientais. Segundo Scherer (2006), um bom gerenciamento agrícola aumenta o crescimento e o avanço econômico do mercado rural, preparando o empreendimento para suportar firme nos momentos de crise.

A fim de suprir a necessidade de obter melhor controle da lavoura, minimizar as perdas e aumentar produtividade, é de extrema importância o desenvolvimento de novas tecnologias. Desta forma vários produtores vêm agregando em suas propriedades, diversas ferramentas voltadas para a melhoria da gestão, como por exemplo, os sistemas de videomonitoramento. (BERNARDI et al., 2014).

O monitoramento adequado das reais condições climáticas, falhas de plantio, detecção de invasores e detecção de incêndio, são essenciais para otimizar o processo produtivo, segundo Boni (2014), câmeras IP de alta resolução poderão captar vídeos com alto detalhamento possibilitando o aumento da eficiência na produção agrícola.

Conforme Gembarowski (2013), as câmeras de monitoramento IP (Internet Protocol), podem capturar imagens e as transmitir para uma central onde são acessadas pelo operador em tempo real ou gravadas para análises futuras. Nesse contexto as imagens captadas podem ser transmitidas para uma central de vigilância, na qual é possível a administração de várias câmeras através de um software de gerenciamento de vídeo, permitindo a visualização das mesmas simultaneamente. Desta forma, sistemas de videomonitoramento podem ser instalados em várias propriedades distintas que podem por sua vez ter um gerenciamento de vídeo centralizado em um local específico, trazendo mobilidade e agilidade na identificação de problemas possibilitando o profissional da área monitorar mais de uma propriedade.

Uma das vantagens dos sistemas de videomonitoramento é que além da faixa espectral visível ao olho humano (com comprimento de onda entre 0,4-0,7 μm) também são exploradas as faixas na região do infravermelho (0,7-1,35 μm). De acordo com a faixa espectral utilizada é possível fazer a identificação de falhas de plantio e problemas no desenvolvimento das culturas, detecção de estresse hídrico e nutricional das plantas, entre outros. (BERNARDI et al., 2014).

Devido os longos períodos de estiagem, vandalismo e atos criminosos, um problema expressivo que tem diminuído os índices de produção das lavouras são os incêndios. De acordo com Unica (2014) e Sociedade... (2015), o tempo seco é um agravante e contribui para o crescimento dos incêndios nos empreendimentos, a estiagem agregada à baixa umidade do ar, contribui para o aumento e propagação do fogo podendo destruir as lavouras, pastos, florestas e ainda atingir animais, assim os incêndios trazem muitos prejuízos, tais como a alta exposição ao risco de trabalhadores e maquinário, quedas na produtividade, custos fixos com grandes equipes de brigadas e elevadas multas ambientais. As multas provenientes das queimadas que originam grande parte dos incêndios, podem chegar à R\$ 50 mil por hectare, dependendo do tipo e da quantidade de vegetação nativa e exótica atingida. (BRASIL, 2016).

As lavouras de cana-de-açúcar têm sofrido nos últimos anos várias ocorrências de incêndios acidentais e criminosos, que por sua vez prejudicam a qualidade e eficiência da produtividade. As perdas estimadas chegam à R\$ 10 mil por hectare dependendo o estado de desenvolvimento das plantas, e em 2014, os prejuízos com incêndios ultrapassaram o número de 15% da produção, com a perda aproximada de 40 milhões de toneladas de cana no estado de São Paulo (UNICA, 2014).

De acordo com Sociedade... (2015), o monitoramento via satélite que é feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), comprova que focos de incêndio nas áreas agrícolas têm crescido todos os anos no país, e que esses eventos além de causarem perdas econômicas, também afetam o meio ambiente, devido à liberação de gases de efeito estufa.

Assim a prevenção é a melhor maneira de reduzir danos ao empreendimento e custos de combate ao fogo. Caso os métodos preventivos falhem, existem seis etapas para a operação de eliminação de incêndios; são elas: a detecção, comunicação, mobilização, deslocamento, planejamento do combate e combate ao incêndio. (BATISTA et al., 2003).

Segundo Batista (2003) o método mais barato de detecção dos incêndios em áreas de plantio consiste no uso de torres de vigilância, patrulhamento por terra, patrulhamento aéreo (aviões, helicópteros), ou através de imagens via satélite. As torres de vigilância possuem em geral de 10 a 40 metros de altura sendo construídas em pontos altos e específicos para o monitoramento de grandes áreas, na qual um vigia consegue ter uma visualização panorâmica de 15 a 18000 hectares. Segundo o autor, os equipamentos usados para comunicação nas torres de vigilância são os rádios e telefones. O sistema de comunicação é usado para acionar o próximo passo que é a mobilização (tempo gasto entre o recebimento da informação do incêndio, até a saída da equipe de combate).

Conforme Lana (2016), o sistema de monitoramento por satélite do INPE é referência mundial na identificação de grandes focos de incêndio, mantendo vários satélites em órbita ao redor da terra com sensores específicos de luz e calor, que permitem uma leitura de possíveis regiões incendiárias e de áreas de riscos mantendo atualizado seu portal online diariamente. Porém, as leituras dos sensores e imagens não são totalmente precisas possibilitando que alguns eventos não sejam detectados, principalmente focos de incêndio que possuem coluna de fogo com menos de 30 metros de extensão ou que estejam

acontecendo em áreas em que existe obstrução como, por exemplo, nuvens e copas de árvores.

Uma outra tecnologia em expansão são os drones, que a cada dia são mais utilizados em vários segmentos, estes também estão presentes na agricultura e contribuem com a identificação de problemas e mapeamento de terreno. Porém, para este setor, os drones precisam ser fabricados com tecnologias de ponta para engenharia, o que torna esse tipo de monitoramento mais específico. Conforme Silveira (2016), o preço de um drone voltado para a agricultura pode variar de R\$ 50 mil até R\$ 3 milhões, e além disso, para manipular um drone é necessário um treinamento especial, seguro para terceiros, autorização e registro da aeronave, o que por sua vez eleva o custo de implantação e operação.

Se tratando de um incêndio em áreas de cultivo, quanto mais rápido for realizado a detecção e a comunicação do evento, maiores serão as chances de evitar que haja uma grande propagação do fogo nas áreas de produção. Com o intuito de buscar alternativas para melhorar o tempo de detecção e comunicação, e também diminuir os custos de operação, surge como alternativa tecnologias de detecção por vídeo, com câmeras IP conectadas a uma rede de dados, que por sua vez envia informações para uma central de gerenciamento em tempo real. Para esta aplicação podem ser usadas câmeras de alta resolução (full hd) atuando no espectro visível com o auxílio de softwares inteligentes, ou, no espectro infravermelho com câmeras térmicas que fazem mapeamento de calor.

Segundo Boni (2016) hoje em dia é possível contar com sistemas de videomonitoramento acompanhado de softwares de inteligência, que possibilitam detectar e identificar automaticamente focos de incêndio. Esses sistemas podem ser inteligentemente configurados para analisar o evento e acionar avisos virtuais ou analógicos, de modo que o produtor possa ter um melhor tempo de resposta para realizar a mobilização da equipe de combate, e dar sequência aos próximos passos para eliminação do incêndio.

Assim os sistemas de videomonitoramento podem ser uma alternativa viável na prevenção aos focos de incêndios em propriedades rurais, porém ao realizar um projeto de videomonitoramento em uma área agrícola, deve-se levar em consideração que em sua maioria estas propriedades se encontram em locais remotos, muitas vezes desprovidos de energia elétrica e comunicação. Desta forma, fica o alerta para que ao projeto seja acrescentado uma possível fonte de alimentação autônoma e um sistema de comunicação sem fio. De acordo com Reis (2015), a geração solar fotovoltaica tem sido muito usada em países em desenvolvimento, tendo várias aplicações para a alimentação de sistemas isolados. Para realizar a comunicação das imagens e informações, pode ser feita a utilização de um enlace de dados sem fio (wireless). Atualmente os dispositivos sem fio estão espalhados por toda parte e existe uma grande tendência destes substituírem o cabeamento de redes ethernet por redes wireless (HAYKIN et al., 2009).

O projeto discutido neste trabalho visa ilustrar a viabilidade de implantação dos sistemas de videomonitoramento com o intuito de proporcionar um estreitamento entre o produtor e a lavoura, fazendo com que seja possível, com o auxílio das imagens captadas em tempo real ou subsequente, a tomada de decisões rápidas que influenciarão no resultado final. Trata-se do

desenvolvimento de um projeto, multidisciplinar envolvendo conhecimentos das áreas de engenharia elétrica e ferramentas de automação a fim de otimizar a gestão agrícola, reduzindo custos operacionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com o intuito de testar a viabilidade do projeto, foi instalada nas dependências do Centro Universitário Ingá, no núcleo experimental de Agronomia (plantação de hortaliças), uma câmera IP com sensor que capta a faixa espectral do visível, a fim de realizar o monitoramento climático, detecção de incêndio e de invasores na propriedade.

A câmera utilizada é da marca Vivotek e possui resolução full hd de 3 MP (Megapixel) com lente móvel e zoom, sendo possível o ajuste de foco para uma melhor visualização, esta possui grande abertura de ângulo horizontal (até 82°), com isso foi possível realizar o monitoramento de forma panorâmica, esta também possui índice de proteção IP67 contra chuva e poeira, podendo ser instalada sem preocupação em ambientes externos.

Para a instalação foi utilizado um injetor PoE (Power Over Ethernet) padronizado pela norma IEEE802.3af/at, este equipamento possui: uma porta ethernet padrão RJ-45 para entrada de dados, entrada para alimentação de 110/220 V em corrente alternada (AC) e uma saída ethernet RJ-45 que possibilita o tráfego de dados e fornece alimentação para a câmera através de um único cabo de rede, a tensão fornecida pelo injetor para a câmera é de 48 V em corrente contínua (DC) e a potência que o equipamento fornece é de até 30 W.

Para a conexão da câmera ao injetor, foi utilizado aproximadamente 50 metros de cabeamento de rede ethernet par trançado UTP (Unshielded Twisted Pair) e conectores de padrão RJ-45 para realizar a conexão do cabo nas interfaces da câmera e do injetor. Ao conectar o cabeamento, a câmera foi alimentada pelo injetor e a mesma foi ligada e conectada no switch de rede através da ativação de dados na porta RJ-45 de entrada do injetor.

Depois de ligada ao switch da rede, o departamento de TI da instituição realizou o direcionamento de portas de rede para liberar uma faixa de IP local e assim ser possível o acesso remoto, isto é, a câmera pôde ser acessada para monitoramento integral ou nos horários desejados por computador ligado à rede cabeada e também por notebook e celular conectados à rede wireless.

Para o acesso e visualização das imagens, foi utilizado o software navegador Internet Explorer versão 11 em um computador com sistema operacional Windows, porém o acesso também poderia se dar, através do software "Iviewer" da Vivotek disponível para smartphone ou tablet/ipad que possuem sistema operacional Android ou IOS.

A detecção de invasores bem como o reconhecimento de incêndio por vídeo, são aplicações complexas que requerem tecnologias de programações específicas, sendo baseadas na alteração e deslocamento gradual de pixel na imagem. Sendo assim, foi utilizado o software Technoaware para análise de vídeo em um computador contendo as seguintes especificações: Processador

Intel Core i7- 3632QM; Memória RAM de 8 GB; sistema operacional Windows 10 e Placa de vídeo com 1 GB de memória RAM dedicada.

Os módulos de softwares inteligentes para detecção de invasores e de incêndio, podem ser operados separadamente ou simultaneamente na mesma máquina conforme a necessidade. Sendo assim, para testarmos a eficiência da detecção de incêndio, simulamos um pequeno foco incêndio em uma lata em frente à câmera. Também efetuados testes para detecção de invasores. Com a instalação do software inteligente, foi possível definir uma área na imagem estabelecendo um perímetro demarcado, e então simulamos uma invasão.

Para a comunicação e aviso ao operador, sobre o acontecimento dos eventos também poderíamos ter utilizado a conexão física de saída digital (digital output) que a câmera possui. Esta conexão, pode ser integrada ao software por meio de protocolos de rede ethernet e programação específica e permite que haja a integração com outros dispositivos através de um enlace de pulso elétrico. Esta função permite acionar um relé de contatos elétricos abertos ou fechados que estejam próximos da câmera para ligar uma sirene, lâmpada, motor, entre outros. Porém, para nossos testes, e com o conceito de monitoramento remoto, optamos por fazer o aviso ao operador apenas pelo modo virtual (áudio/vídeo) para o computador através da rede de dados.

As Figuras 1 - 2 apresentam respectivamente o diagrama de ligação dos componentes do sistema e a imagem da câmera instalada.

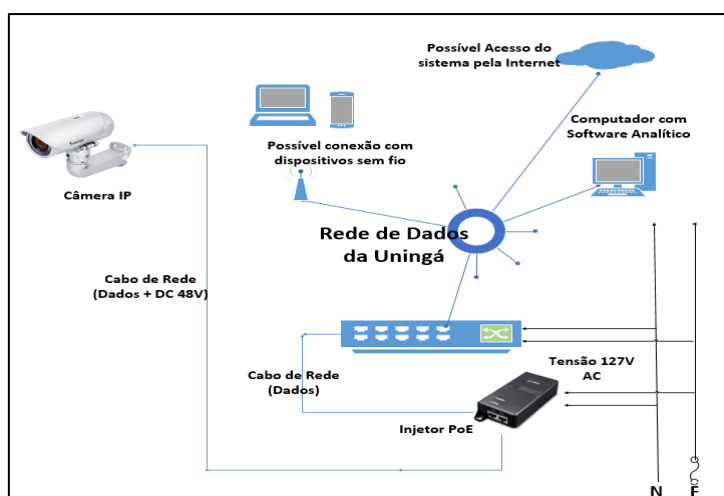


Figura 1 – Diagrama de ligação do sistema
Fonte: O autor



Figura 2 – Câmera Instalada

Fonte: O autor

Na figura 1 podemos visualizar o esquema de ligação dos equipamentos e também a possibilidade de ligação com a rede de dados externa (internet). A Figura 2, apresenta a instalação física da câmera, o detalhe ao lado da mesma é uma caixa hermética, que têm a finalidade de proteger o conector do cabo de rede contra água e poeira.

Como o conceito do projeto abrange monitoramento de áreas de plantio que estão em locais remotos, faz-se necessário a construção de uma estrutura de geração fotovoltaica (energia solar) que possa funcionar de maneira autônoma gerando e armazenando energia suficiente para o sistema operar até mesmo em períodos nublados. Desta forma, para dimensionar a alimentação solar, é necessário considerar a potência mínima para funcionamento da câmera que é de 26 W.

O sistema de comunicação utilizado em áreas remotas, geralmente possui tecnologia de rádio frequência que pode levar a comunicação IP até 30 quilômetros de distância entre servidores (computadores) que contém os softwares inteligentes, e terminais (câmera IP). Para distâncias maiores, existe a possibilidade de o sinal ser amplificado com repetidores ou modems 3G/4G para atingir distâncias muito maiores de enlace, podendo variar de acordo com a necessidade de cada projeto em especial. Considerando a câmera afastada a 30 Km da central com o computador, podemos considerar um rádio Access Point (AP) com abrangência de frequência de 5 Giga Hertz e velocidade de até 150 Mbps (Mega bits por segundo). Este equipamento consome 8,5 W de potência e funciona com corrente contínua (DC) na faixa de 24 V de tensão.

Para o funcionamento e integração do sistema de videomonitoramento com a geração fotovoltaica, pode ser instalado um Switch controlador que já recebe a energia dos painéis solares, fornecendo alimentação PoE de 48 V (DC) para a câmera, e tensão 24 V (DC) para o rádio AP. Este Switch que centraliza o gerenciamento do sistema fotovoltaico, também faz o controle da tensão adequada para a bateria. O equipamento consome 17,1 W de potência e tem o funcionamento baseado em 24 V (DC), proveniente dos painéis solares. Sendo assim, o total de potência requisitada pelos equipamentos é de aproximadamente 51,6 Watts/hora, referente aos equipamentos que estarão operando na área remota (câmera, rádio de AP, switch controlador).

Sabendo a potência necessária, o próximo passo é levantar informações da insolação do local de instalação, para estimar as características dos painéis solares e autonomia da bateria, considerando o sistema funcionando 24 horas por dia. Adotando uma insolação média de 6 horas diária, temos 18 horas do dia sem sol. Ainda, considerando um provável dia nublado (24 horas), temos uma margem de segurança no dimensionamento do sistema.

Como a eficiência dos painéis solares disponíveis no mercado é de aproximadamente 80%, a associação de painéis para a aplicação deste sistema precisa atender a aproximadamente 520 W e 24 V DC. Sendo assim podemos utilizar dois painéis de 260 W, associados em paralelo. Para a bateria, é necessário estimar a eficiência de descarga, que geralmente variam de 50 a 70% nas baterias estacionárias disponíveis no mercado. Adotando que a bateria tenha um limite médio de descarga de 60%, podemos considerar que a mesma precisa atender com corrente de aproximadamente 165 Amperes/hora (Ah) para armazenar a energia suficiente para o sistema. As maiorias das baterias operam com tensão de 12 V, porém como no projeto o Switch controlador opera com 24 V, é necessário à associação de duas baterias ligadas em série, formando então um banco de baterias com 24 V e 165 Ah.

Ao realizar o projeto fatores como: aquecimento de condutores de ligação e descargas atmosféricas também devem ser considerados, desta forma é importante o dimensionamento de sistemas de proteção em corrente contínua. Logo será necessário um disjuntor DC de 25 Amperes para proteger os condutores, e ainda um dispositivo de proteção contra surtos (DPS) juntamente com um kit de aterramento para fazer a proteção de descargas atmosféricas. Por fim será necessário a utilização de quadros de comando, suportes, cabos e parafusos para fazer a fixação e acomodação de todos os equipamentos do sistema.

A Figura 3 exemplifica uma instalação em local remoto.

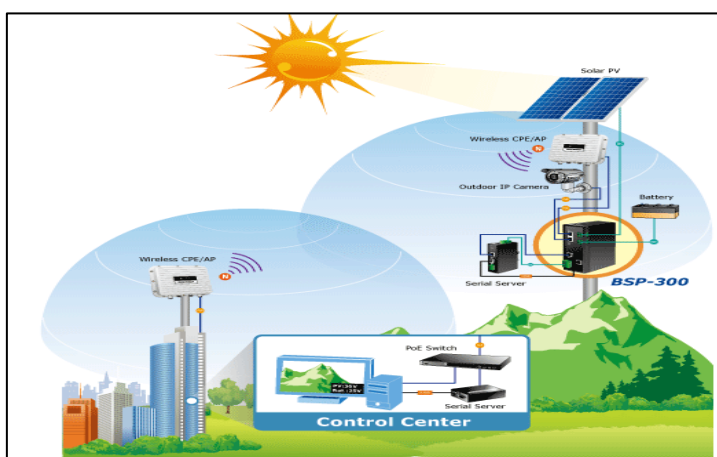


Figura 3 – Diagrama de ligação de um sistema de videomonitoramento remoto

Fonte: Planet, 2017

Na figura 3 temos um exemplo de implantação de um sistema de videomonitoramento em uma área remota, com sala de controle em um ambiente urbano. Assim com as tecnologias de geração de energia fotovoltaica e comunicação por rádio frequência, observamos que é possível expandir os

limites de monitoramento, atuando não só em áreas urbanas, mas também em regiões isoladas.

3 RESULTADOS

Apresentaremos os resultados nas secções seguintes.

3.1 Análise das condições produtivas e climatológicas

Após a instalação da câmera, as imagens foram captadas por aproximadamente um mês (entre maio e junho de 2017). As figuras 4, 5 e 6 referem-se ao desenvolvimento das culturas em ordem cronológica, possibilitando visualizar as diferentes situações durante o período monitorado.



Figura 4 – Imagem com zoom, capturada em 27/05/2017

Fonte: O autor



Figura 5 – Imagem capturada em 30/05/2017

Fonte: O autor



Figura 6 – Imagem capturada em 30/06/2017
Fonte: O autor

Conforme a Figura 4, é possível verificar a movimentação de pessoas na área de plantação e também o tráfego de veículos na estrada.

Ao analisar as imagens em ordem cronológica (dia 30/05, Figura 5, e 30/06, Figura 6), é possível observar o crescimento das plantas e alterações no terreno. Obtendo-se assim informações relevantes para aumentar o gerenciamento da mesma.

Ao analisar as imagens do ponto de vista climático, é possível observar o surgimento de nuvens carregadas, e ter um histórico de vídeo diário, registrando chuvas, períodos nublados e os dias ensolarados, com estas informações é possível confirmar o perfil climatológico local e estimar de modo eficiente as culturas a serem gerenciadas ou ainda como contornar possíveis prejuízos relacionados as mudanças climáticas.

As Figuras 7 - 9 ilustram diferentes condições meteorológicas registradas.



Figura 7 – Nascer do sol, (dia ensolarado) 03/06/2017
Fonte: O autor



Figura 8 – Tempo nublado, em 08/06/2017

Fonte: O autor



Figura 9 – Chuva noturna em 08/06/2017

Fonte: O autor

Nas três imagens acima, é possível observar diferentes condições climáticas. Assim tendo posse dessas informações de ordem diária e em tempo real, o produtor pode se organizar para o melhor aproveitamento da situação e obter os melhores resultados mesmo em situações adversas.

3.2 Detecção de invasores e incêndios

Com a instalação do software de detecção de invasão de perímetro, é possível ter um controle inteligente do que acontece nas áreas de produção, ou seja, mesmo se o operador estiver distraído ou ausente na sala de monitoramento, o sistema registra no banco de dados e envia uma janela de vídeo e áudio para sinalizar que houve invasão de perímetro. A figura 10 apresenta uma imagem capturada da tela do software para detecção de invasão, que foi testado na Uningá.

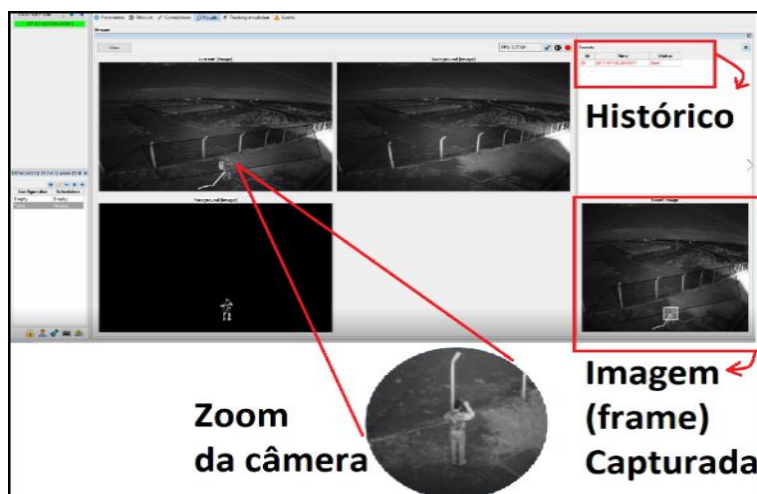


Figura 10 – Imagem da detecção na invasão de perímetro
Fonte: O autor

Analisando a Figura 10, observamos que o software traz na tela automaticamente a imagem na qual houve a invasão do perímetro. Além disso, o mesmo captura uma cena da imagem (frame) no momento da detecção e salva no banco de dados do computador, mantendo um registro da quantidade de detecções ocorridas. Neste momento de detecção, o software emite um sinal sonoro para o computador, sinalizando o evento ocorrido.

Com o sistema de detecção de invasores o operador pode imediatamente tomar decisões mediante possíveis situações de vandalismo, furtos da própria produção, roubos de maquinário e insumos.

Além do quesito segurança, também testamos a viabilidade do sistema em detectar incêndios já que a grande maioria destes são causados pelo homem de forma proposital (criminosa), sendo assim, com o sistema possuindo a inteligência de detectar automaticamente um incêndio no perímetro e avisar ao operador via sinalização na tela de monitoramento ou então via e-mail, alarme sonoro via rede ou internet, poderia contribuir nas ações do operador para iniciar o deslocamento ao local antes mesmo do incêndio se alastrar.

Com a instalação do software de detecção de incêndio é possível utilizar a função para detectar fogo/fumaça. Mesmo com um pequeno foco de incêndio, se o software estiver bem parametrizado é possível realizar a detecção.

A Figura 11 mostra a tela capturada do software no momento exato de detecção de incêndio.

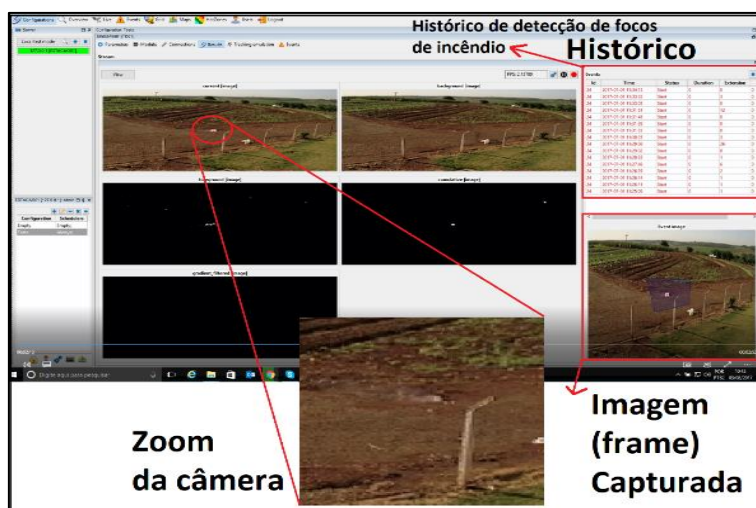


Figura 11 – Imagem capturada na detecção de incêndio
Fonte: O autor

Ao analisar a Figura 11, observamos que como no caso anterior de invasão de perímetro, o software também traz na tela do computador o frame capturado da detecção de incêndio. Em ambos os casos, é disparado um aviso sonoro no computador, no exato momento de captura dos frames. A principal diferença na detecção dos eventos de invasão de perímetro e detecção de incêndio, é que no caso do último evento, o histórico de detecção é maior, visto que o incêndio acontece de forma gradual e progressiva.

4 DISCUSSÃO

De forma geral nos testes efetuados para detecção de invasão e incêndio, o sistema respondeu da forma esperada e praticamente em tempo real, ou seja, em cerca de 5 segundos o sistema alarmou a invasão do perímetro e detectou a fumaça na plantação. Assim comparando o sistema de videomonitoramento com os métodos de detecção de incêndio como torres de vigilância, patrulhamento por terra, patrulhamento aéreo, ou imagens via satélite; é possível concluir que o sistema composto por câmeras se mostra consideravelmente mais eficiente quanto ao tempo de detecção do evento.

Com base em estimativas, considerando salário de trabalhadores, combustível gasto nos patrulhamentos, bem como desgastes de veículos, acredita-se que os custos para detecção de incêndio utilizando os meios usuais, seriam de no mínimo R\$ 10 mil mensais considerando o trabalho de apenas um funcionário por turno. Com o método de detecção sendo feito apenas por pessoas, existe grande possibilidade do tempo de detecção até a mobilização da equipe de combate serem maiores, além de deixar espaço para erros de interpretação e exposição dos funcionários ao risco. Já o investimento para aquisição do sistema de videomonitoramento, considerando apenas um ponto (uma câmera, software, computador, sistema de comunicação) é de aproximadamente R\$ 30 mil. O valor para implantação da alimentação solar (painéis, baterias, controlador, proteção, acessórios) é de aproximadamente R\$ 20 mil. Com isso, o valor total é de aproximadamente R\$ 50 mil com garantia de 3 anos. Os valores mencionados não englobam as torres ou postes, por este

motivo é necessário analisar cada projeto caso a caso para escolher o ponto mais alto para o monitoramento das áreas desejadas. A maioria dos locais já possuem torres de vigilância ou torres de telecomunicações espalhadas, que podem ser utilizadas para fixação da câmera, painéis solares e antenas de rádio. Porém é necessário verificar se as mesmas suportam o peso para instalação do sistema, caso não suportem, o sistema é flexível e pode ser desmembrado, ou seja, é possível instalar a câmera apenas no topo da torre, e os painéis e baterias que são mais pesados na base da torre.

Na Figura 12, podemos analisar uma projeção do investimento de R\$ 50 mil (implantação do sistema de videomonitoramento) comparada com o custo fixo estimado de R\$ 10 mil mensais com (despesas com funcionários, combustível, manutenção de frota).

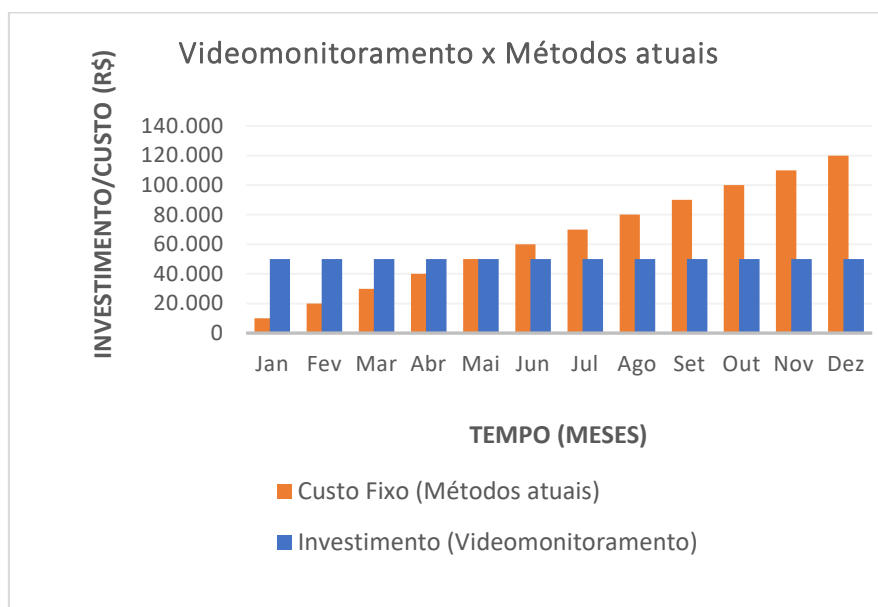


Figura 12 – Gráfico comparativo dos métodos de detecção
Fonte: O autor

Analisando o gráfico acima, nota-se que se o sistema de videomonitoramento (investimento) fosse implementado em janeiro, substituindo os métodos atuais, logo no mês de maio aconteceria o retorno do investimento. Assim, após o payback, o produtor passaria a economizar aproximadamente R\$ 120 mil /ano por ponto de videomonitoramento. Isso não considerando taxas de manutenção do novo sistema, bem como aumentos anuais nos custos fixos dos métodos de detecção usados atualmente.

5 CONCLUSÃO

Com a instalação da câmera na plantação de hortaliças da Uningá, foi possível testar e comprovar a eficiência de um sistema de videomonitoramento. De posse das imagens, o produtor tem uma sequência cronológica dos eventos que ocorrem em sua propriedade e assim pode analisar o crescimento das plantas e identificar detalhes a serem corrigidos com o intuito de otimizar o processo produtivo.

A implantação de um sistema de videomonitoramento para a detecção de eventos (incêndio e invasão), se mostrou importante para contribuir com a gestão do campo, trazendo mais segurança, reduzindo custos operacionais, minimizando as perdas e conseqüentemente aumentando a produtividade.

O Sistema testado, ainda poderia ser ampliado, direcionando vários pontos da propriedade (várias câmeras) em uma única central, na qual um operador poderia monitorar simultaneamente toda a propriedade, paralelamente com as informações geradas pelo software inteligente. Esse tipo de monitoramento traz mais segurança para a propriedade, já que as medidas corretivas e/ou preventivas podem ser tomadas de imediato, mesmo que o proprietário esteja fora da plantação.

Vale ressaltar que um dos grandes desafios desse projeto, está na análise da planta do empreendimento rural, afim de definir a localização dos pontos de monitoramento mais adequados, bem como a quantidade de pontos de câmeras mais assertivos para proporcionar uma cobertura total nas regiões de interesse. A distância correta para captura da imagem, dependerá de um estudo de caso para cada projeto, porém analisando o sistema de videomonitoramento comparada com os métodos atuais, concluímos ser viável a implantação desta solução, pois este investimento traz resultados significativos para otimizar a gestão agrícola e conseqüentemente a produção.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. **Manual de prevenção e combate a incêndio florestais**. Curitiba: Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 2003.

BERNARDI, A. C. de C. et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014.

BONI, E. **Câmera Bosch incorpora solução para detectar focos de incêndio no Agronegócio**. Disponível em: < <http://www.revistadigitalsecurity.com.br/noticias/2016-06-camera-bosch-incorpora-solucao-para-detectar-focos-de-incendio-no-agronegocio-21763>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

BONI, E. **Videomonitoramento para o Agronegócio**. Disponível em: < <http://www.revistadigitalsecurity.com.br/noticias/2014-05-videomonitoramento-para-o-agronegocio-13504>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

BRASIL. Portal Brasil. **No País, 40% dos incêndios em florestas começam a partir de queimadas mal feitas**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2016/08/no-pais-40-dos-incendios-em-florestas-comecam-a-partir-de-queimadas-mal-feitas>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

GEMBAROWSKI, A. G.; LOFFREDO, M.; SOUZA, R. de. **Projeto e análise de solução para videomonitoramento público integrado com intercomunicação e alarmes**. 2013. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/951>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

HAYKIN, S.; MOHER, M. **Sistemas modernos de comunicações wireless**. Canada: Bookman, 2009.

LANA, L. Agilidade na detecção. **Rev Incêndio**, v. 131, n. 6. 2016.
MAPA. **Agricultura de Precisão**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-deservico/desenvolvimento-agropecuaria-cooperativismo-e-associativismo-rural/agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

MOLIN, J. P.; DO AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PIERCE, F. J.; NOWAK, P. Aspects of precision agriculture. **Adv. Agronomy**, v. 67, p.1-85, 1999.

PLANET. **BSP-300**. Disponível em: <<http://www.planet.com.tw/en/product/product.php?id=44525#appl>>. Acesso em: 5 set. 2017.

REIS, L. B. dos. **Geração de energia elétrica**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2015.

SCHERER, R. R. **Gestão Rural**. Disponível em: <<http://www.coamo.com.br/jornalcoamo/mai06/gestao.html>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

SILVEIRA, E. **Drones de até R\$ 3 milhões prometem ajudar o produtor rural**. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/rural-noticias/drones-ate-milhoes-prometem-ajudar-produtor-rural-62024>>. Acesso em: 3 set. 2017.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Tempo seco aumenta riscos de incêndios no meio rural**. Disponível em: <<http://sna.agr.br/tempo-seco-aumenta-riscos-de-incendios-no-meio-rural/>>. Acesso em: 26 maio 2017.

UNICA. **Incêndios no campo trazem prejuízos ao setor Sucroenergético**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/37037006920319953218/incendios-no-campo-trazem-prejuizos-ao-setor-sucroenergetico/>>. Acesso em 25 maio 2017.