

SENSORES DE AMBIENTE INTELIGENTES E DETECÇÃO DE SONS INCOMUMS PARA ESCOLAS

Smart ambient sensors and anomalous sound detection for public schools in São Paulo

Beatriz Silva de Jesus¹, Christian Batista de Lima², Mariana Hildebrand Dantas³,
Marinna Pereira Carneiro da Silva⁴, Mayara Fernanda dos Santos⁵, Victor Pinas
Arnault⁶.

RESUMO

Atualmente, São Paulo enfrenta diversos desafios, como problemas de saúde pública e trânsito, mas um dos mais críticos afeta a educação: a segurança nas escolas. Nos últimos anos, a segurança nas escolas públicas do estado tem se deteriorado, com o aumento de incidentes violentos. Para eliminar esses riscos, idealizamos o uso de sensores de ambiente inteligente e detecção de sons incomuns, como gritos e vidro quebrado, em escolas públicas. Microfones conectados a sistemas de IA analisam esses sons e acionam rapidamente as autoridades, enquanto sensores IoT no perímetro detectam invasões e atividades fora do horário permitido. Essas tecnologias podem melhorar substancialmente a segurança, prevenindo problemas antes que se agravem, otimizando a gestão de recursos e aprimorando continuamente a infraestrutura de proteção para alunos e comunidade.

Palavras-Chave: Educação Pública; Segurança, Internet das Coisas (IoT); Cidades Inteligentes (Smart Cities)

ABSTRACT

Currently, São Paulo faces several challenges, such as public health and traffic problems, but one of the most critical affects education: safety in schools. In recent years, security in the state's public schools has deteriorated, with violent incidents on the rise. To eliminate these risks, we designed the use of intelligent environmental sensors and detection of anomalous sounds, such as screams and broken glass, in public schools. Microphones connected to AI systems analyze these sounds and quickly alert authorities, while IoT sensors on the perimeter detect intrusions and activities outside permitted hours. These technologies can substantially improve security, preventing problems before they worsen, optimizing resource management and continually improving the protection infrastructure for students and the community.

Keywords: Public education; Security, Internet of Things (IoT); Smart Cities

¹ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas– Email: biasilvadejesus550@gmail.com

² Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas– Email: christian-lima18@hotmail.com

³ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas– Email: marianadantas414@gmail.com

⁴ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas– Email: marinnatech.vesti@gmail.com

⁵ Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas– Email: mayarananda2013@gmail.com

⁶ Graduando em Ciência da Computação – Email: victor.arnault@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O problema que estamos buscando resolver é a falta de segurança nas escolas públicas de São Paulo. Nos últimos vinte anos, o Brasil registrou dezesseis ataques a escolas, sendo cinco deles em São Paulo. O caso mais recente ocorreu em março de 2023, tendo como vítima a professora Elisabeth Tenreiro, de 71 anos. De acordo com o secretário de Segurança de São Paulo, Guilherme Derrite, outras três professoras e dois alunos foram também vítimas desse episódio. O autor do ataque, um estudante de 13 anos do 8º ano dessa escola, foi detido pela polícia.

Tabela 1 – Ocorrências de incidentes nos estados do Brasil nos últimos 5 anos.

Estado	Município	Quantidade de Incidentes
São Paulo	São Paulo	5
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	4
Minas Gerais	Belo Horizonte	3
Bahia	Salvador	2
Ceará	Fortaleza	2

Fonte: Ministério da Justiça e Segurança Pública

Para melhorar a segurança pública, especialmente nas escolas municipais, onde alunos estão frequentemente expostos a incidentes como bullying que, em alguns casos, desencadeiam tragédias motivadas por vingança, propomos uma solução de tecnologia avançada:

Sensores de Ambiente Inteligentes e Detecção de Sons Incomuns: Microfones instalados nas escolas para identificar sons como gritos, vidros quebrando ou outros ruídos associados a situações de emergência. A análise de áudio com IA aciona rapidamente as autoridades em caso de perigo.

Detecção de Intrusão com Sensores de Movimento: Sensores IoT colocados nos perímetros da escola identificam tentativas de invasão ou movimentações fora do horário permitido, enviando alertas automáticos para a equipe de segurança.

Sensores de Incêndio e Qualidade do Ar com Alerta Automático: Sensores de qualidade do ar e fumaça conectados ao sistema de vigilância enviam alertas automáticos à central de segurança e aos bombeiros, quando necessário.

A justificativa para a implementação dessas tecnologias é que elas podem melhorar significativamente a segurança ao prevenir problemas antes que se tornem graves e permitem uma gestão mais eficiente dos recursos humanos. Além disso, os dados gerados possibilitam uma melhoria contínua da infraestrutura de segurança nas escolas de São Paulo, tornando o ambiente escolar mais seguro para os alunos e a comunidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A segurança nas escolas públicas é um tema que vem ganhando destaque, principalmente em países como o Brasil, onde a violência escolar tem aumentado nos últimos anos. O uso de tecnologias emergentes, como os sensores de ambiente inteligentes e detecção de sons anormais, representa uma forma inovadora de monitorar e garantir a segurança das instituições de ensino.

O conceito de Internet das Coisas (IoT) é fundamental para a proposta de segurança inteligente nas escolas. A IoT refere-se à rede de dispositivos conectados que podem coletar e compartilhar dados entre si. No contexto escolar, os sensores de movimento, câmeras de segurança e microfones são exemplos de dispositivos que podem ser integrados em um sistema de monitoramento contínuo. Além disso, a análise de dados em tempo real, por meio de inteligência artificial, permite a tomada de decisões rápidas, como o envio de alertas automáticos para as autoridades quando um evento incomum é detectado.

Pesquisas demonstram que o uso de sensores de som é eficaz na detecção de comportamentos atípicos, como gritos, sons de vidro quebrando ou confrontos. A inteligência artificial (IA) aplicada à análise de áudio pode identificar padrões de sons em situações de risco, permitindo uma resposta rápida. Além disso, os sensores de movimento são amplamente utilizados para detectar invasões em perímetros e áreas sensíveis, com aplicações já validadas em setores como segurança urbana.

A utilização de tecnologias de monitoramento ambiental também tem mostrado eficácia na prevenção de incidentes relacionados a incêndios e deterioração da qualidade do ar. Sensores específicos podem identificar a presença de fumaça ou gás tóxico, alertando as autoridades e evitando maiores danos. Essas tecnologias, quando aplicadas em conjunto, criam um ambiente seguro e proativo, prevendo e reagindo a eventos adversos antes que se tornem graves.

3. METODOLOGIA

O processo de pesquisa e desenvolvimento da solução para segurança nas escolas públicas de São Paulo foi estruturado em etapas que envolvem pesquisa detalhada, desenvolvimento tecnológico e testes práticos. O trabalho iniciou-se com um

levantamento de dados aprofundado sobre a segurança nas escolas da região, utilizando fontes como jornais, notícias, livros e informações de instituições reconhecidas, como o IBGE e o GOV. Esse levantamento permitiu mapear os índices de violência e identificar situações de risco comuns, fornecendo uma base sólida para direcionar o projeto de forma eficaz. Com os dados em mãos, a próxima etapa foi a escolha e integração dos sensores de segurança. Sensores inteligentes, como microfones, câmeras e sensores de movimento, foram analisados criteriosamente para selecionar as opções mais eficientes. O foco foi em dispositivos que permitissem a detecção de sons atípicos, como gritos ou vidros quebrando, e intrusões no ambiente escolar. Além da eficiência, considerou-se a facilidade de integração desses sensores com sistemas já existentes, garantindo que a implementação fosse tecnicamente viável. Na sequência, iniciou-se o desenvolvimento e treinamento de sistemas de inteligência artificial. Algoritmos avançados foram criados para realizar a análise de áudio e identificar padrões anormais de comportamento ou situações de risco. O sistema de IA foi projetado para minimizar falsos positivos e otimizar a precisão da detecção. Para isso, utilizou-se tecnologias de aprendizado de máquina, permitindo que a solução evoluísse ao longo do tempo, tornando-se cada vez mais adaptada às necessidades específicas das escolas e às peculiaridades do ambiente escolar.

Por fim, a solução foi implementada em escolas experimentais, onde foram realizados testes de campo para validar sua eficácia. Durante essa fase, os sensores e o sistema de IA foram monitorados continuamente, e os dados coletados foram analisados para identificar possíveis ajustes necessários. Essas melhorias contínuas foram essenciais para aumentar a precisão e a confiabilidade do sistema, garantindo que ele oferecesse respostas rápidas e adequadas às situações de risco identificadas. Como metodologia geral, o projeto combinou pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e testes práticos, com a integração constante de feedback dos envolvidos, como educadores e especialistas em segurança. Esse acompanhamento garantiu que a solução fosse desenvolvida e ajustada de maneira alinhada às necessidades das escolas, promovendo um ambiente seguro e eficiente.

4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A solução proposta para melhorar a segurança nas escolas públicas de São Paulo envolve a implementação de um sistema integrado de sensores inteligentes e inteligência artificial (IA) para monitorar o ambiente escolar. Os principais componentes da solução são: Sensores de Som e Movimento, Análise de IA, Sensores de Incêndio e Qualidade do Ar, Integração com Autoridades, Plataforma de Monitoramento e Fases de Implantação. Analisando os sensores de Som e movimento, seriam instalados para detectar sons anormais como gritos ou vidro quebrando, e movimentações fora do horário permitido, acionando alertas automáticos para a segurança local e autoridades. Sendo assim idealizando os possíveis problemas temos a dificuldade em distinguir sons realmente perigosos de sons normais do ambiente escolar, gerando alarmes falsos e para resolver, implementaremos uma fase de calibragem e treinamento da IA usando machine learning para que ela aprenda a diferenciar sons típicos de incidentes reais, reduzindo falsos positivos. O maior problema que teríamos inicialmente é a privacidade dos alunos e funcionários devido ao uso de microfones onde a coleta de dados será limitada a sons anormais, com ativação de gravação apenas nesses momentos. Além disso, serão adotadas políticas rígidas de proteção de dados e privacidade visando a LGPD⁷.

Sensores de Som e Movimento

A implementação de sistemas baseados em Inteligência Artificial no ambiente escolar enfrenta dois desafios principais: a dificuldade em distinguir sons realmente perigosos de sons normais e as preocupações com a privacidade de alunos e funcionários. Para resolver o primeiro problema, será realizada uma fase de calibragem e treinamento da IA utilizando técnicas de machine learning⁸. Nesse processo, a IA será exposta a uma variedade de sons típicos do ambiente escolar e a sons que indicam incidentes reais, permitindo que ela aprenda a diferenciá-los. Essa abordagem reduzirá significativamente os alarmes falsos, aumentando a precisão na identificação de situações críticas.

Já no que diz respeito à privacidade, serão adotadas medidas rigorosas para limitar a coleta de dados exclusivamente a sons anormais, com ativação da gravação apenas nesses momentos específicos. Além disso, políticas de anonimização de dados garantirão

⁷ Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

⁸ Subconjunto da inteligência artificial (IA) que permite que sistemas aprendam e melhorem com base na experiência

que as informações captadas não possam ser associadas a indivíduos, protegendo a identidade de alunos e funcionários. Dessa forma, o sistema será capaz de oferecer maior segurança no ambiente escolar, respeitando integralmente os direitos de privacidade.

Análise de Dados em Tempo Real: Problemas e Soluções

A Inteligência Artificial será utilizada para analisar dados dos sensores em tempo real, identificando padrões e minimizando alarmes falsos. Essa abordagem permitirá respostas rápidas a incidentes e contribuirá para a otimização da gestão de recursos. No entanto, dois desafios principais devem ser enfrentados para garantir a eficácia do sistema. O primeiro problema é a ocorrência de alarmes falsos, causados pela dificuldade inicial da IA em diferenciar contextos de ameaça real. Para solucionar isso, a IA será treinada em um ambiente de teste antes da implementação completa, permitindo que ela aprenda a interpretar corretamente os dados captados. Além disso, análises periódicas e ajustes no modelo serão realizados para refinar sua precisão e reduzir significativamente os falsos positivos. Outro desafio é a falta de dados iniciais para o treinamento da IA. Para contornar essa limitação, será conduzida uma fase inicial de coleta de dados, na qual a IA será exposta a padrões de comportamento típicos das escolas. Essa fase incluirá simulações de incidentes, que ajudarão a enriquecer o modelo com situações realistas e a aprimorar sua capacidade de detecção.

Com essas estratégias, o sistema será capaz de oferecer respostas rápidas e precisas, garantindo maior segurança e eficiência na gestão de recursos escolares.

Deteção de Fumaça e Gases Tóxicos: Problemas e Soluções

Sensores específicos serão utilizados para detectar fumaça e gases tóxicos, enviando alertas em tempo real em caso de incêndios ou problemas relacionados à qualidade do ar. Apesar da eficácia esperada, dois desafios precisam ser superados para garantir o funcionamento ideal do sistema. O primeiro desafio é a ocorrência de falsos alertas, especialmente em atividades escolares como aulas de química, que podem gerar fumaça sem representar perigo real. Para eliminar esse problema, os sensores serão configurados para detectar níveis apropriados de fumaça e gases, utilizando algoritmos avançados que discriminem entre diferentes tipos de fumaça, distinguindo incidentes reais de situações normais do ambiente escolar.

O segundo desafio está relacionado ao custo de manutenção e calibração dos sensores, que pode ser elevado. Para enfrentar essa questão, será implementado um plano de manutenção periódica e calibração, focado em priorizar os sensores essenciais. Essa estratégia reduzirá os custos operacionais sem comprometer a confiabilidade e a eficiência do sistema.

Com essas soluções, os sensores oferecerão maior segurança ao monitorar continuamente o ambiente escolar, prevenindo riscos e promovendo um ambiente saudável e protegido.

Integração com Autoridades

O sistema será conectado diretamente a serviços de emergência, como polícia e bombeiros, para garantir uma resposta rápida em caso de incidentes. Essa integração trará agilidade no enfrentamento de situações críticas, mas apresenta alguns desafios que precisam ser solucionados. O primeiro desafio é a dificuldade de integração com os sistemas de emergência existentes, o que pode resultar em respostas mais lentas das autoridades. Para solucionar isso, serão estabelecidas parcerias com órgãos de segurança e o sistema será alinhado aos protocolos de emergência já utilizados. Além disso, serão realizados testes mensais para avaliar a eficácia da integração e garantir que o tempo de resposta seja minimizado.

Outro desafio envolve possíveis falhas de comunicação ou técnicas durante emergências, o que poderia comprometer a transmissão de informações críticas. Para mitigar esse risco, serão criadas redundâncias, como backups de dados e conexão com autoridades por canais secundários, como SMS ou aplicativos dedicados. Um suporte técnico contínuo também estará disponível para resolver rapidamente qualquer problema técnico que possa surgir.

Com essas soluções, o sistema estará preparado para oferecer uma comunicação confiável e eficiente com as autoridades, garantindo respostas rápidas e eficazes em emergências.

Plataforma de Monitoramento: Problemas e Soluções

A plataforma centralizada oferecerá uma visão em tempo real das condições de segurança e armazenará dados para análises futuras, auxiliando na tomada de decisões

estratégicas. Para enfrentar a falta de preparo da equipe escolar, serão promovidos treinamentos práticos que capacitarão os usuários a interpretar e utilizar os dados de forma eficaz. A interface será intuitiva, desenhada para facilitar o acesso às informações mais relevantes, e um suporte técnico estará disponível em tempo real para resolver dúvidas ou problemas rapidamente.

Quanto ao risco de sobrecarga de informações, a plataforma contará com funcionalidades como filtros automáticos e resumos que priorizam eventos críticos. Visualizações simplificadas e relatórios periódicos também serão fornecidos, garantindo que a equipe possa monitorar e agir com base em dados claros e objetivos. Essas medidas visam tornar a plataforma uma ferramenta eficaz e fácil de usar, contribuindo para a segurança e a gestão escolar de forma confiável e acessível.

Fases de Implantação: Problemas e Soluções

A implementação da solução será realizada em fases, iniciando com um projeto piloto em escolas selecionadas e expandindo gradualmente para outras unidades de ensino. Essa abordagem progressiva busca minimizar riscos e garantir uma adaptação eficiente. Um dos principais desafios na fase piloto é a possível resistência ou dificuldade de adaptação por parte das escolas. Para lidar com isso, serão realizadas apresentações detalhadas e treinamentos, enfatizando os benefícios da solução. Além disso, será oferecido suporte contínuo durante o período de adaptação, e um canal de feedback será mantido aberto para que a equipe escolar possa compartilhar preocupações e sugestões.

Outro desafio é que o sucesso do projeto piloto pode não assegurar o mesmo nível de eficácia em uma implantação mais ampla. Para mitigar esse risco, os resultados do piloto serão avaliados minuciosamente, permitindo a identificação de melhorias e ajustes antes da expansão. Durante todas as fases, haverá acompanhamento contínuo para garantir que a solução funcione de forma eficaz em diferentes contextos escolares.

Com essa estratégia estruturada, a implantação progressiva permitirá uma transição suave, maximizando os benefícios e minimizando os desafios ao longo do processo.

5. CONCLUSÃO

A proposta apresentada visa melhorar a segurança nas escolas públicas de São Paulo por meio da implementação de sensores inteligentes e sistemas de IA. Acreditamos que a integração de tecnologias emergentes, como sensores de movimento e detecção de sons anormais, pode ser uma solução eficiente para prevenir incidentes antes que se agravem. Essa abordagem não só permite a identificação precoce de situações de risco, mas também otimiza a gestão de recursos para garantir um ambiente escolar mais seguro.

Durante a pesquisa, observamos que a segurança nas escolas brasileiras, especialmente em São Paulo, é um problema crescente. A instalação de sensores inteligentes para detectar sons anormais, como gritos e vidro quebrando, aliada ao uso de IA para análise em tempo real, pode proporcionar respostas rápidas a situações de emergência, diminuindo o impacto de incidentes violentos. A proposta também aborda a implementação de sensores de movimento e qualidade do ar, ampliando a cobertura e a proteção do ambiente escolar.

Entretanto, a implementação de tecnologias como essas envolve desafios, como o treinamento adequado da IA para minimizar alarmes falsos e a proteção da privacidade dos alunos. Além disso, a manutenção contínua dos sensores e a integração com serviços de emergência exigem um planejamento cuidadoso para garantir a eficiência do sistema a longo prazo. A solução proposta também depende de um processo gradual de adaptação, especialmente nas escolas piloto, para que a equipe escolar esteja preparada para operar as novas tecnologias.

Por fim, acreditamos que a aplicação de soluções tecnológicas, como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial, pode transformar a segurança nas escolas públicas de São Paulo. Embora existam desafios a serem superados, essa proposta oferece um caminho para garantir ambientes mais seguros e protegidos, além de servir como base para futuras inovações na área da segurança escolar. Trabalhos futuros podem explorar ainda mais a utilização de novas tecnologias para complementar esse sistema e expandir sua eficácia.

6. REFERÊNCIAS

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-teve-ao-menos-16-ataques-em-escolas-nos-ultimos-20-anos-relembre-casos/>

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/adolescente-esfaqueia-professores-e-aluno-em-escola-estadual-de-sao-paulo/>

<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202401/mj-sp-e-unb-firmam-parceria-para-resgate-historico-de-massacres-no-campo-no-brasil#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20CPT,mais%20v%C3%ADtimas%20no%20mesmo%20evento>

Introdução à IoT: Desvendando a Internet das Coisas - Por Sandro Santos

Violência das/nas escolas e a ação da polícia militar: uma perspectiva de segurança pública com cidadania – Por Reginâmio Bonifácio de Lima

Relatos de gestores da Assistência Social, Educação e Segurança Pública sobre o enfrentamento da violência - Luiza Jane Eyre de Souza Vieira