

Suporte a Alertas de Emergência na TV 3.0 Brasileira

Richelieu R. A. Costa *
richelieu.costa@lavid.ufpb.br

Derzu Omaia *
derzu@lavid.ufpb.br

Tiago M. U. Araújo *
tiagomaritan@lavid.ufpb.br

Jóison O. Pereira *
joison.pereira@lavid.ufpb.br

Miguel P. S. Cruz *
miguel.cruz@lavid.ufpb.br

Matheus M. Barbosa *
matheus.mendonca@lavid.ufpb.br

Rafael Toscano *
rafael.toscano@lavid.ufpb.br

Guido L. S. Filho *
guido@lavid.ufpb.br

* Univ. Federal da Paraíba
João Pessoa, PB, Brasil

ABSTRACT

The TV 3.0 project is under development, managed by the Forum of the Brazilian Digital Terrestrial TV System (SBTVD), with the participation of researchers from academia and industry. There was a Call for Proposals for this development, resulting in 36 responses from 21 organizations worldwide. The proposals were evaluated and examined, and the SBTVD Forum forwarded its recommendations on selecting candidate technologies to the Brazilian Ministry of Communications. Currently, some researchers are working on elaborating specifications for video encoding, audio encoding, subtitles, and emergency warnings, among others. This work analyzed the emergency warning requirements for warnings with glosses and audio description media. We proposed and developed a solution for these requirements, involving the extension of the CCWS server API and a system architecture implemented as a proof of concept.

KEYWORDS

codificação de aplicações, TV 3.0, acessibilidade, SBTVD, língua de sinais, audiodescrição, alerta de emergência

1 INTRODUÇÃO

A televisão (TV) tem um papel importante na sociedade brasileira. Além de fornecer entretenimento individual e coletivo, ela também atua como elemento informativo, educacional e de interação social [10], [11]. Em razão disso, qualquer alteração a ser proposta ao modo de assistir TV do brasileiro tem que ser cuidadosamente analisada. O Projeto da TV 3.0 está em desenvolvimento e é gerenciado pelo Fórum do SBTVD, criado para assessorar o Governo Brasileiro em políticas e questões técnicas relacionadas à aprovação de inovações técnicas, especificações, desenvolvimento e implementação do SBTVD. Sendo assim, as pesquisas realizadas abrangem não somente as tecnologias envolvidas, mas também o impacto social.

A TV chegou no Brasil na década de 1950, com imagens em preto e branco, e em 1972 as primeiras transmissões em cores foram realizadas [7]. Em 2007, um padrão de transmissão terrestre, com

tecnologia nacional, foi especificado em conjunto com o middleware Ginga, o qual permitia que o usuário interagisse com a TV através de aplicativos transmitidos pela emissora. Em 2021, uma nova especificação chega ao mercado, adicionando novos recursos, entre eles, aumento na memória de armazenamento persistente, novos decodificadores de áudio e vídeo, e um servidor *webservices* (*Common Core Web Service* - CCWS). Esta versão da TV ficou conhecida como profile D, ou DTVPlay. O recurso do CCWS permite que dispositivos externos comuniquem-se e interajam com a TV através de uma API web RESTful.

De forma concomitante com o desenvolvimento do DTVPlay, em 2020, iniciou-se também as atividades para o desenvolvimento de um novo padrão, chamado de TV 3.0, através de uma chamada por proposta das tecnologias que poderiam ser adotadas nesta nova geração da TV Brasileira. Em 2021, os proponentes forneceram documentos, softwares e equipamentos para que suas tecnologias propostas pudessem ser avaliadas por laboratórios de testes acadêmicos.

Atualmente a TV 3.0 está na sua terceira fase de desenvolvimento. Nesta fase, testes e avaliações sobre a camada física e de vídeo estão sendo realizados e está sendo desenvolvido um multiplexador e demultiplexador de referência. Na camada de codificação de aplicações, a maioria dos requisitos inovadores propostos estão sendo analisados e parcialmente implementados por grupos de pesquisa em universidades, visto que, estes requisitos não foram completamente resolvidos nas etapas anteriores. Os requisitos avançados incluem o suporte a TV baseada em aplicativos, conteúdo audiovisual imersivo, interação multimodal, efeitos sensoriais, perfis multi-usuários, aferição de audiência, convergência IP, acessibilidade, extensibilidade, entre outros.

Um aspecto importante a ser endereçado no desenvolvimento da TV 3.0 é o suporte a alertas de emergência. Esses alertas são importantes, pois podem fornecer informações críticas a população durante momentos de crise, tais como desastres naturais, incidentes de segurança pública e outras emergências. A TV 3.0 está sendo projetada com sistemas de alerta integrados capazes de interromper a programação regular, dependendo do nível de risco do alerta, para exibir mensagens que utilizem recursos multimídia, como imagens, vídeos e áudio, aumentando a clareza e o impacto das informações transmitidas. Essa capacidade multimodal é essencial para contribuir para a segurança e o bem-estar da população, auxiliando que

In: VII Workshop Futuro da TV Digital Interativa (WTVDI 2024). Anais Estendidos do XXX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WTVDI'2024). Juiz de Fora/MG, Brazil. Porto Alegre: Brazilian Computer Society, 2024.
© 2024 SBC – Brazilian Computing Society.
ISSN 2596-1683

mensagens urgentes sejam recebidas, compreendidas e atendidas rapidamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados alguns dos conceitos teóricos que fundamentam o presente trabalho.

2.1 Coordenação de alertas de emergência no Brasil

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) é um órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SIN-PDEC), e faz parte da estrutura do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). A SEDEC é responsável por coordenar as ações de proteção e defesa civil em todo o território nacional. Sua atuação tem o objetivo de reduzir os riscos de desastres. Também compreende ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, e se dá de forma multissetorial e nos três níveis de governo federal, estadual e municipal [6].

O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) é um departamento da SEDEC, e se dedica a elaboração de alertas e avisos de emergência, possibilitando à população tomar decisões antecipadas na possível ocorrência de desastres. A partir dessas informações, é possível adiantar-se aos eventos adversos, e tomar medidas de preparação. Quando o desastre acontece, é possível organizar e articular vários órgãos do governo federal no esforço conjunto e integrado para fazer frente ao desafio e atender as populações [6].

O Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) é um órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Ele também realiza o monitoramento e emite alertas de desastres naturais. O Órgão opera ininterruptamente em todo o território nacional, monitorando as áreas de risco de 1038 municípios classificados como vulneráveis a desastres naturais. Entre outras competências, envia os alertas de desastres naturais ao (CENAD), para que este o distribua. [8].

Os alertas gerados, pelas entidades supracitadas, possuem informações detalhadas sobre o evento, entre elas estão o nível de prioridade do alerta, seu tipo, o título, a descrição, arquivos de mídias relacionadas (vídeos ou imagens), localização geográfica, entre diversos outros campos. O tipo do alerta deve obedecer a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) e podem ser classificados nas categorias Naturais ou Tecnológicos. Entre os Naturais, tem-se 5 possíveis grupos: Geológico, Hidrológico, Meteorológico, Climatológico, Biológico. Já entre os Tecnológicos tem outros 5 grupos: Relacionados a Substâncias radioativas, Relacionados a Produtos Perigosos, Relacionados a Incêndios Urbanos, Relacionados a obras civis, Relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas [6].

Essas informações são essenciais para a prevenção, preparação e mitigação dos desastres. Desta forma, deve ser propagado o mais rápido possível para os mais diversos sistemas e redes de alerta. Esse alerta geralmente é armazenado em formato de arquivo XML seguindo o Protocolo de Alerta Comum (CAP).

2.2 Protocolo de Alerta Comum (CAP)

O Protocolo de Alerta Comum (*Common Alert Protocol - CAP*) [5] é um padrão internacional normatizado pelo ITU e amplamente utilizado como protocolo de troca de mensagens de alerta de emergência em diversos tipos de redes. Ele define como mensagens de alerta devem ser estruturadas e transmitidas para garantir a interoperabilidade entre diferentes sistemas de alerta. O CAP permite que uma mensagem de alerta seja disseminada simultaneamente por muitos sistemas de alerta diferentes, aumentando assim a eficácia de distribuição [5]. Ele é distribuído em formato XML e é utilizado em diversos sistemas, entre eles o Sistema de Alertas públicos do Google [3] e também pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) [8].

2.3 AEA - ATSC 3.0

No padrão ATSC 3.0, os alertas de emergência, no padrão ATSC 3.0 seguem o formato Informações Avançadas de Emergência (*Advanced Emergency Information - AEA*) [1]. Nesse formato, o alerta de emergência é configurado através de um arquivo XML no qual as características do alerta são definidas como elementos (*tags*) e atributos do XML. Esse arquivo é comprimido no formato gzip [2] e transmitido dentro da tabela *Low Level Signaling* (LLS), a qual é transmitida no *payload* de pacotes IP no ATSC 3.0 [1].

O AEA é compatível com o protocolo CAP, sendo possível converter o CAP para o formato AEA. Desta forma, as emissoras podem receber um alerta no formato CAP e transmiti-lo no formato AEA [5].

Existem 5 possíveis níveis de prioridade nos alertas. Eles podem ser: mínimo, baixo, moderado, alto ou máximo, que possuem diferentes interações com o usuário, desde oferecer a ele uma informação útil de forma sutil, até uma informação crítica que necessite de uma maior atenção.

2.4 Alertas de Emergência TV 3.0 Brasileira

Na TV 3.0, após um CfP (*Call for Proposals*), foi definido que o formato de alertas de emergência a ser utilizado será o AEA do ATSC 3.0. Experimentos estão sendo realizados visando investigar a funcionalidade do sistema em situações de emergência como desastres naturais, inundações, ruptura de barragens entre outros. Para atingir o maior público possível esses alertas podem ser transmitidos com acessibilidade sendo disponibilizados em formato textual, gráfico (imagens e vídeos), áudio descrição e em língua de sinais.

3 METODOLOGIA

Este artigo foca na metodologia, propostas e solução desenvolvida pelo grupo de pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em relação aos requisitos do desenvolvimento de aplicações na área de alertas de emergência e acessibilidade da TV 3.0. A equipe é composta por 9 pesquisadores, entre doutores, mestres e graduandos. O trabalho, nesta fase 3, começou em Abril de 2023.

Como forma de colaborar ativamente com a metodologia de investigação, os Módulos Técnicos e de Mercado do Fórum SBTVD decidiram conjuntamente uma priorização de requisitos para determinar a sequência de estudos para a equipe de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Além disso, o Grupo de Trabalho (GT) de

Codificação de Aplicações do Fórum especificou as diretrizes iniciais sobre como abordar cada requisito, com base nos resultados da avaliação da Fase 2 e na experiência do GT na padronização do middleware DTV. Finalmente, o GT especificou um total de 7 casos de uso a serem prototipados, com o objetivo de validar as soluções de P&D e demonstrar publicamente as novas funcionalidades da TV 3.0.

A equipe de P&D incorporou todas as contribuições do Fórum SBTVD na sua metodologia, permitindo um progresso consistente em determinados requisitos e apresentando os resultados iniciais dos estudos.

O trabalho desenvolvido na UFPB, atualmente, foca no caso de uso 5 (AP-uc-5) especificado pelo GT, o qual trata sobre o geolocalização e alertas de emergência.

Desta forma, estão sendo investigadas e propostas soluções para a transmissão e recepção de alertas de emergência de forma acessível, e, também, formatos de apresentação desses alertas na televisão. Para isso, é proposto uma API CCWS onde aplicações podem se cadastrar como ouvintes dos alertas, para que quando algum alerta for recebido pela TV ele também possa ser recebido em uma aplicação.

3.1 Visão geral da solução

A solução proposta possibilita que aplicações locais a TV ou não locais (externas à TV) se registrem para receber alertas de emergência, desde que estejam autenticadas e conectadas a TV. Deste modo, as aplicações clientes (locais ou externas) podem requisitar e acessar as informações de alerta de emergência. A partir disso, diversos cenários podem ser explorados, incluindo os voltados para a acessibilidade. No caso de telespectadores com deficiência auditiva, o alerta recebido, pode ser exibido no formato de Língua de Sinais na TV ou no dispositivo do usuário. Para as pessoas com deficiência visual, o alerta pode ser exibido com suporte a audiodescrição.

Na TV 3.0, a recepção dos alertas de emergência é independente de Internet, bastando que a TV esteja sintonizada em alguma emissora para que o alerta seja recebido. Desta forma, em situações extremas, onde não há Internet e nem mesmo sinal de celular, mas em que o sinal de TV e a energia elétrica ainda estejam presentes, será possível receber esses alertas na TV, e, até mesmo no celular, caso este esteja conectado a TV por uma rede local.

Em uma situação em que a TV esteja desligada, mas conectada a rede de energia elétrica, quando um alerta de emergência for transmitido pela emissora, a TV consegue monitorá-lo, e poderá ser automaticamente ligada, assumindo as definições adequadas para o tipo de alerta recebido. Para isso, é necessário que, mesmo no estado de espera (*standby*), seja realizado um monitoramento mínimo do sinal da emissora. É importante mencionar, inclusive, que esse tipo de monitoramento tem baixíssimo impacto no consumo de energia elétrica [1].

A proposta de arquitetura do sistema de alerta está apresentada na Figura 1. Conforme indicado, os órgãos de coordenação de alertas de emergência, como, por exemplo, o CENAD e o CEMADEM, monitoram e emitem os alertas no formato CAP, o qual contém dados detalhados sobre as circunstâncias da emergência. Uma vez emitidos, os alertas são recebidos pelas emissoras de TV. Estas, por sua vez, inicialmente, traduzem os campos de texto que estão em

português para glosa¹ para possibilitar a acessibilidade em língua de sinais do conteúdo do alerta.

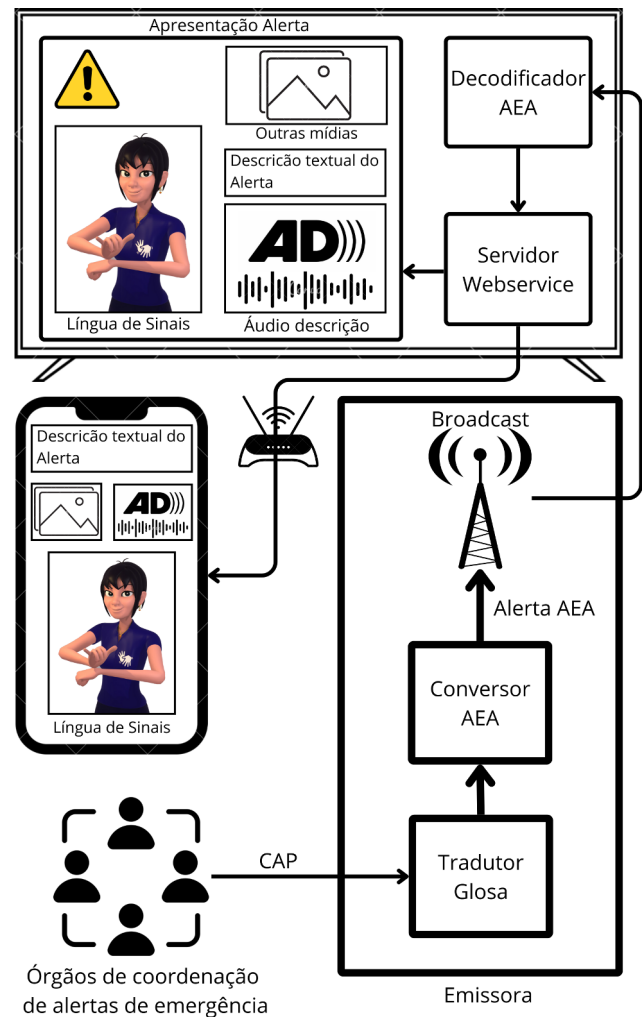


Figure 1: Arquitetura do sistema proposto.

Os campos do CAP que são traduzidos para glosa são os atributos <headline>, <description> e <instruction>; seus equivalentes no AEA são <EventDesc> e <AEAText>. Este último é repetido para representar os valores de <description> e <instruction>. O AEAText possui um subatributo @lang, que indica o idioma do texto [1]. Desta forma, recomenda-se que, para uso no Brasil, cada AEAText possua uma versão com o valor de @lang "pt" e outro com o valor "bzs" (Brazilian Sign Language).

Após a tradução dos campos de texto, o restante do alerta CAP [5] é convertido para o formato AEA [1]. Em seguida, os alertas são preparados e filtrados de acordo com as políticas da estação e a área geográfica do alerta. Por fim, os alertas são multiplexados transmitidos pelas emissoras de TV, assegurando a rápida propagação das informações de emergência para a população.

¹ Glosa é uma representação textual na gramática de língua de sinais

No receptor, quando esse alerta for recebido e processado, o alerta em formato AEA é decodificado pelo middleware Ginga, conforme indicado na Figura 1. Em seguida, o *player* de língua de sinais da TV 3.0 é acionado para renderizar o conteúdo da glosa em uma animação 3D em língua de sinais para pessoas surdas, e o *player* de áudio da TV 3.0 é acionado para apresentar a audiodescrição do alerta para pessoas cegas. Adicionalmente, o conteúdo do alerta de emergência também é acessado pelo servidor webservice que pode disponibilizar este alerta para aplicações locais ou externas (dispositivo móvel) que estejam conectadas à TV do usuário.

3.2 API proposta de Webservice

Para que as aplicações locais ou externas conectadas a TV 3.0 possam acessar os alertas de emergência e personalizar a exibição dessas informações de alerta, neste trabalho também é proposta API para o servidor Webservice da TV3.0.

Essa nova API possibilita o encaminhamento do alerta de emergência para aplicações que se registrem como ouvintes dos alertas. A proposta de rota é definida pela Listagem 1.

Listagem 1 Rota de alerta de emergência

```
http(s)://<host>/dtv/current-service/stream/emergency[&protocol=<websocket,udp>]
```

De acordo com a Listagem 1, nesta rota, tem-se o parâmetro de *query* opcional *protocol*, o qual indica se o cliente deseja se conectar ao Webservice através de um *socket* UDP ou através de um *websocket*. Caso omitido é considerado que o *socket* padrão é um *socket* UDP.

O retorno da requisição fornece as informações necessárias para que o cliente se conecte ao servidor em formato JSON (*JavaScript Object Notation*). A Listagem 2 apresenta o formato retornado pela requisição.

Listagem 2 JSON de retorno da rota de alerta de emergência

```
{
  "handle": "<handle>",
  "url": "<streamUrl>"
}
```

O parâmetro *handle* é um identificador da requisição que é utilizado para a identificação, rastreamento ou gerenciamento de múltiplos alertas de emergência pelo Webservice.

A URL contém as informações necessárias para que o cliente inicie uma conexão de *socket* ou *websocket* com o servidor, e fique aguardando o recebimento de alertas, caso eles ocorram.

Quando um alerta é recebido pela televisão, o CCWS repassa esse alerta para os clientes que se registraram através da conexão de *socket* criada. O alerta é transmitido no mesmo formato XML AEA, contendo todas as informações e mídias do alerta.

4 PROVA DE CONCEITO

Para validar a arquitetura proposta, foram desenvolvidas três aplicações que possibilitam a simulação de um sistema de distribuição,

recepção e transmissão dos alertas de emergência. Essas aplicações e suas comunicações são apresentadas na Figura 2.

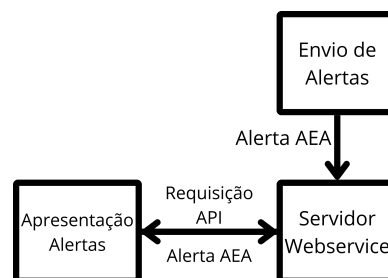


Figure 2: Aplicações da prova de conceito

A primeira aplicação desenvolvida foi o módulo de Envio de Alertas, que simula o envio de alertas pela emissora.

O segunda aplicação é o Servidor Webservice. Ele implementa algumas das rotas que estão sendo especificadas para a TV 3.0, dentre as rotas está a apresentada na Seção 3.2. API proposta de Webservice. Desta forma, recebe o alerta emitido pelo módulo de envio de alertas e possibilita que a aplicação cliente receba esse alerta.

A terceira aplicação é o módulo de Apresentação de Alertas, que se registra no CCWS como ouvinte dos alertas de emergência. Quando um alerta é recebido servidor Webservice, ele é transmitido via *websocket* para o módulo de Apresentação de Alertas. Quando o alerta é recebido, ele é apresentado de acordo com as suas especificidades.

4.1 Módulo de Envio de alertas

Para simular o envio de alertas da emissora, foi desenvolvida uma aplicação web, na qual é possível cadastrar alertas no formato AEA. Estes podem ser configurados e enviados diretamente para o servidor Webservice da TV. Nesta aplicação, é possível configurar diversos campos do alerta, como seu título, descrição, seus equivalentes em glosa, as mídias de áudio, o tipo do alerta e sua prioridade.

O título e a descrição do alerta são traduzidos automaticamente para glosa utilizando o tradutor do VLibras [9].

4.2 Módulo Servidor Webservice

A implementação parcial do servidor Webservice, para o presente trabalho, tem como principal objetivo permitir que aplicações locais, ou não locais, possam acessar os alertas de emergência transmitidos por uma emissora de TV 3.0.

A rota proposta na Seção 3.2 foi implementada em um servidor Node.js. O cliente ao se registrar como ouvinte recebe as informações sobre o *socket* TCP ou *websocket* para se conectar. Quando um alerta de emergência é recebido, ele é repassado para todos os clientes que tiverem se registrado. O alerta é repassado no mesmo formato que é recebido, isto é, no formato AEA.

4.3 Módulo de Apresentação de Alertas

A aplicação do módulo de Apresentação de Alertas, se registra como ouvinte de alertas no webservice, através da chamada a rota proposta na Seção 3.2. Utilizando os dados do retorno da requisição

ao servidor, é iniciado uma conexão via websocket. Quando um alerta é recebido, no servidor, ele é encaminhado para a aplicação através da conexão que foi iniciada.

Quando o alerta é recebido ele é apresentado na tela da aplicação de acordo com sua prioridade. As quais são apresentadas nas próximas seções.

4.3.1 Prioridade Mínima e Prioridade Baixa. Para os alertas de menor criticidade, exibimos um alerta textual sem ação necessária, garantindo que o foco do conteúdo da TV não seja afetado.

Esse tipo de alerta pode ser utilizado para mensagens periódicas, testes, status, relógio meteorológico ou qualquer contexto que não exija leitura ou ação obrigatória por parte de quem está assistindo à TV no momento.

As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos desse alertas.

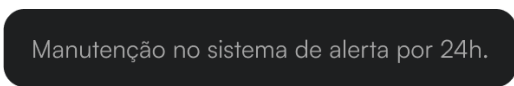


Figure 3: Prioridade Mínima

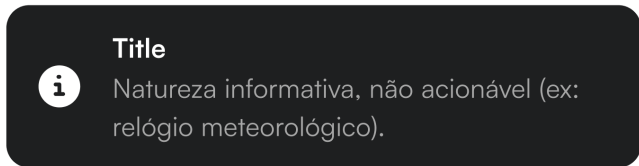


Figure 4: Prioridade Baixa

4.3.2 Prioridade Moderada. O alerta moderado traz mais destaque à mensagem, podendo ocupar mais espaço e incluir um acionável associado para visualizar mais detalhes ou iniciar algum serviço ou aplicação. Ao contrário dos alertas anteriores, que se fecham automaticamente, esse tipo de alerta precisa ser fechado diretamente por uma ação do usuário, garantindo sua persistência na tela, conforme indicado na Figura 5.

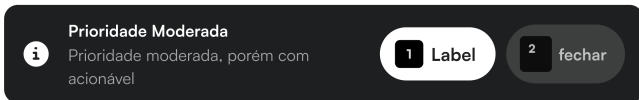


Figure 5: Prioridade Moderada

A partir do alerta moderado, os recursos de acessibilidade como Língua de Sinais e audiodescrição ficam disponíveis. Caso seja transmitida mídia de áudio dentro do alerta, essa mídia será reproduzida. Caso contrário, a aplicação utiliza um sintetizador de voz para reproduzir o alerta textual em forma de áudio.

Se um usuário da aplicação estiver com o recurso de Língua de Sinais ativo na TV, o alerta também será reproduzido em Língua de Sinais, a partir do texto em glosa transmitido.

4.3.3 Prioridade Alta. O alerta alto, tem por objetivo chamar a atenção do usuário para uma informação importante, tomando grande parte do foco de tela durante sua chamada, apresentando informações necessárias ao usuário, mas dando a ele opções de interatividade, onde pode ver informações mais detalhadas sobre o que lhe foi passado.

As Figura 6 apresenta a janela inicial do alerta, ao acessar o botão "Ver Detalhes", ou clicar no controle remoto no botão '1', passa-se para a tela de detalhes apresentada na Figura 7. Caso o recurso de língua de sinais esteja ativo na TV, um avatar 3D apresenta o conteúdo da glosa em formato de língua de sinais, conforme indicado na Figura 8.



Figure 6: Prioridade Alta

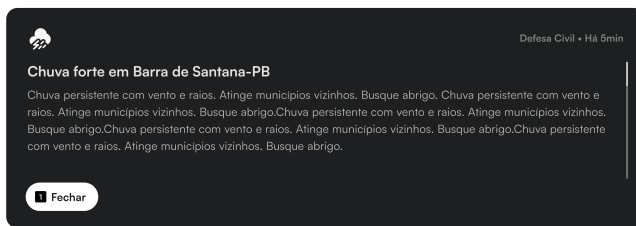


Figure 7: Prioridade Alta Detalhes



Figure 8: Prioridade Alta com Língua de Sinais.

4.3.4 Prioridade Máxima. O alerta máximo por sua vez, representa uma mensagem prioritariamente urgente, no qual é necessária interromper toda a programação que possa estar sendo acessada pelo usuário, dando informações críticas, com detalhes e imagens úteis. A Figura 9 apresenta um exemplo dessa exibição.



Figure 9: Prioridade Máxima

5 PRINCIPAIS DESAFIOS

Os principais desafios enfrentados durante o desenvolvimento deste projeto incluíram:

Desenvolver uma arquitetura robusta para converter e transmitir alertas de sistemas existentes, como CENAD e CEMADEN, para o novo padrão de TV 3.0, garantindo compatibilidade com o protocolo CAP e o formato AEA. Além disso, implementar a tradução automática de alertas para Língua de Sinais, utilizando tecnologias como o tradutor VLibras e avatares 3D, exigiu colaboração entre desenvolvedores e especialistas. A disponibilização *offline* do *player* de língua de sinais e seu dicionário foi implementada e está funcional. Contudo, ainda estão sendo pesquisadas formas de prover a acessibilidade com avatar 3D sem a necessidade de ocupar espaço de armazenamento com o dicionário de animações. Outro desafio foi o trabalho de criar um sistema que mantivesse os alertas na tela até serem manualmente fechados pelo usuário, especialmente para alertas de alta prioridade, sem comprometer a usabilidade da TV.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho apresentou os requisitos de alertas de emergência, no âmbito no projeto TV 3.0. Verificou-se formas de apresentação com acessibilidade, baseadas em língua de sinais e áudio descrição. Foram geradas soluções para sua implementação, uma proposta de extensão da API do Webservice, e de uma arquitetura de sistema, o qual foi implementado como prova de conceito.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar testes em larga escala para validar a eficácia do sistema em diferentes cenários de emergência. Também pretende-se criar apps que integrem com a API para exibir alertas sincronizados com a TV. Outro trabalho possível é de análise de impacto social dos alertas na TV 3.0, medindo a eficácia e a satisfação dos usuários, especialmente entre pessoas com deficiência.

Por fim, apesar de se encontrar ainda em fase de desenvolvimento, é possível perceber a existência de uma contribuição científica, tecnológica e social da proposta apresentada neste trabalho, uma vez que essa solução, quando implementada na TV 3.0, pode trazer benefícios para aproximadamente 8,8 milhões de deficientes visuais e surdos brasileiros [4].

REFERENCES

- [1] Advanced Television Systems Committee. 2024. *ATSC Standard: Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection. A/331*. Technical Report. <https://www.atsc.org/wp-content/uploads/2024/04/A331-2024-04-Signaling-Delivery-Sync-FEC.pdf>
- [2] Peter Deutsch. 1996. Rfc1952: Gzip file format specification version 4.3.
- [3] Google. 2024. CAP - Google. <https://support.google.com/publicalerts/>. Online; Accessed on August 02, 2024..
- [4] IBGE. 2012. Censo demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência.
- [5] TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU. 2014. *Common alerting protocol (CAP 1.2)*. Technical Report. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.1303bis-201403-1!!PDF-E&type=items
- [6] Antonio Andrei Pinho Braga Maria Angelica Gomes da Silva Fabiola Negreiros de Oliveira Renato Quiliche Daniel Eckhardt e Eliane Lima e Silva Luiza Ribeiro Alves Cunha, Brenda de Farias Oliveira Cardoso. 2022. *Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNDC). Produto 4: Versão Sintética da Atuação em Proteção e Defesa Civil*. Technical Report. <https://pndc.com.br/> and <https://drive.google.com/file/d/1FmloLt-F9AbjnIyYOTs-oEyUd6S2hOS> Online; Accessed on July 15, 2024..
- [7] Sérgio Mattos. 1990. *Um perfil da TV brasileira. 40 anos de história: 1950-1990*. Associação Brasileira de Agências de Propaganda.
- [8] Inovações e Comunicações (MCTIC) Ministério da Ciência, Tecnologia. 2024. Cemaden - Governo Digital. <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/acao-a-informacao/institucional-1/apresentacao>. Online; Accessed on July 15, 2024..
- [9] Luana Silva Reis, Tiago Maritan U de Araújo, Yuska Paola Costa Aguiar, Manuella Aschoff CB Lima, and Angelina S da Silva Sales. 2018. Assessment of the treatment of grammatical aspects of machine translators to Libras. *XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web. Anais... Salvador, Brasil: SBC-Sociedade Brasileira de Computação* (2018).
- [10] Tatiana Aires Tavares, Celso Alberto Saibel Santos, Thiago Rocha de Assis, Clarissa Braga Bittencourt de Pinho, Germano Mariniello de Carvalho, and Clarissa Santana da Costa. 2007. A TV digital interativa como ferramenta de apoio à educação infantil. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 15, 2 (2007), 31-44.
- [11] Ângelo Piovesan. 1994. Vídeo e TV na Educação. *Comunicação & Educação* 1 (1994), 105-112.