

Safe Steps

Abstract

Este relatório apresenta a investigação e fundamentação para o desenvolvimento da aplicação Safe Steps, um sistema baseado em *geofencing* que permite monitorizar o trajeto de crianças, idosos, pessoas com deficiência até um destino, assim como delimitar espaços, que podem ser classificados como seguros ou inseguros. A aplicação utiliza o GPS dos dispositivos móveis, podendo ainda recorrer a outros sensores do dispositivo, para controlar a localização do observado, criar barreiras virtuais e notificar os responsáveis caso a pessoa vulnerável se desvie do percurso habitual ou esteja num local inseguro. O objetivo é proporcionar uma solução eficaz para aumentar a segurança em deslocações diárias.

Keywords: Barreiras, *Geofencing*, GPS, Percurso, Segurança, Sensores

1 Introdução

A segurança de grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com deficiência, durante os seus deslocamentos diários, tem sido uma preocupação constante. Conforme o relatório “Indicadores sobre a Deficiência e Incapacidade” [1], aproximadamente 10,9% da população portuguesa (cerca de 1,1 milhões de pessoas) apresenta pelo menos uma forma de incapacidade e segundo o relatório “30 Anos de Segurança Infantil em Portugal”, elaborado pela APSI [2], Portugal obteve uma classificação negativa na área da segurança dos peões, segurança dos utilizadores de bicicleta, e também que, acidentes com peões, é das principais causas de morte em faixas etárias infantis (cerca de 18%), que, em conjunto com os restantes tipos de acidentes de transporte, são a primeira causa de morte em todas as faixas etárias. O avanço das tecnologias de geolocalização e a crescente presença de dispositivos móveis no quotidiano abrem novas oportunidades para o desenvolvimento de soluções que permitam monitorizar e garantir a proteção destes indivíduos em tempo real.

Neste contexto, destaca-se a tecnologia de **geofencing**[3], que consiste na criação de perímetros virtuais definidos por coordenadas geográficas. Quando um dispositivo móvel entra ou sai dessas áreas delimitadas, eventos ou notificações podem ser automaticamente acionados. Esta tecnologia é amplamente utilizada em diversas áreas, como marketing e segurança, permitindo monitorizar deslocações e definir zonas seguras ou de risco.

Assim, o projeto Safe Steps propõe uma aplicação baseada em *geofencing*[3], concebida para monitorizar percursos e definir áreas seguras, notificando cuidadores

sempre que forem detetados desvios ou potenciais situações de risco. A aplicação recorrerá a GPS e outros sensores integrados em dispositivos móveis para acompanhar a localização do utilizador, estabelecer barreiras virtuais e emitir alertas em caso de movimentações inesperadas ou entrada em zonas classificadas como inseguras. Além disso, incluirá funcionalidades como a escuta do ambiente, o registo do histórico de percursos e elementos de ludificação, promovendo não só a segurança, mas também a autonomia e o envolvimento dos utilizadores.

Este trabalho insere-se no âmbito da unidade curricular Sensorização e Ambiente e tem como objetivo explorar a aplicabilidade da tecnologia de *geofencing* na segurança de grupos vulneráveis. Serão analisados os desafios técnicos e éticos associados, bem como as principais tecnologias que suportam este tipo de sistema. Através de uma revisão detalhada do estado da arte e da exploração de cenários de implementação, pretende-se demonstrar o potencial do Safe Steps para reforçar a segurança e a qualidade de vida dos seus utilizadores.

A estrutura deste documento organiza-se da seguinte forma: inicia-se com uma introdução ao tema e aos objetivos do projeto, seguida da descrição dos problemas identificados e dos objetivos específicos do Safe Steps. Posteriormente, é realizada uma análise do estado da arte, comparando soluções comerciais e contributos académicos relevantes. Em seguida, exploram-se possíveis cenários de implementação da aplicação. Por fim, discutem-se as considerações éticas e legais relacionadas com a utilização de dados pessoais. O documento termina com uma reflexão sobre o impacto potencial da aplicação e possíveis desenvolvimentos futuros.

2 Problemas e Objetivos

A segurança das crianças, idosos e pessoas com necessidades especiais durante os seus deslocamentos diários é uma preocupação constante para os seus pais e cuidadores. Apesar dos avanços tecnológicos na área da geolocalização, ainda existem desafios significativos na implementação de soluções eficazes para a monitorização destes grupos vulneráveis. Alguns dos problemas mais relevantes incluem:

- **Dificuldade na monitorização em tempo real:** A monitorização enfrenta incertezas devido à forma como as redes móveis distribuem os utilizadores entre antenas. O artigo [4] mostra que mais de 60% das ligações acontecem fora da área da antena mais próxima, dificultando a localização precisa em tempo real e comprometendo a deteção imediata de desvios.
- **Limitações no geofencing existente:** As soluções atuais de *geofencing* [5] nem sempre são precisas ou personalizáveis, o que pode resultar em falsos alertas ou falhas na deteção de movimentos fora das áreas definidas.
- **Preocupações com a privacidade e segurança dos dados:** A utilização de dados de localização sensíveis exige medidas rigorosas de proteção de dados para evitar acessos não autorizados ou violações de privacidade.[6]
- **Falta de notificações personalizadas:** Nem todas as aplicações oferecem notificações instantâneas e personalizáveis, o que pode dificultar a resposta rápida dos cuidadores em situações de emergência.[7]

O projeto Safe Steps tem como objetivo principal desenvolver uma aplicação baseada em *geofencing* que permita aos pais e cuidadores monitorizar e garantir a segurança de crianças, idosos e pessoas com deficiência durante as suas deslocações. Para tal, foi definido um conjunto de objetivos a serem concretizados com este projeto:

- **Monitorização em Tempo Real:** Desenvolver um sistema capaz de monitorizar em tempo real a localização de crianças ou pessoas em risco, utilizando GPS e outros sensores disponíveis em dispositivos móveis.
- **Definição de Áreas Seguras:** Implementar funcionalidades de *geofencing* que permitam aos utilizadores definir áreas seguras (como casa, escola, etc.) e áreas inseguras (como zonas de risco), com notificações instantâneas caso os limites sejam ultrapassados.
- **Definição de Rotas Personalizadas:** Permitir que os cuidadores definam rotas habituais (como o caminho para a escola) e recebam alertas caso haja desvios significativos.
- **Escuta do Ambiente:** Integrar funcionalidades que permitam a escuta do ambiente através do microfone do dispositivo, em situações de emergência.
- **Histórico de Rotas:** Implementar um sistema de registo de histórico de rotas, que permita aos cuidadores visualizar os trajetos realizados pela pessoa monitorizada. Este histórico pode ser útil para identificar padrões de comportamento, verificar os tempos de percurso, otimizar rotas e melhorar a segurança a longo prazo.
- **Ludificação para Maior Adoção e Envolvimento:** Introduzir elementos de ludificação, como recompensas e desafios, para incentivar a adesão e o uso contínuo da aplicação por parte das crianças e adolescentes. Por exemplo, os utilizadores podem ganhar pontos por seguirem o percurso correto ou por cumprirem objetivos de segurança. Esta abordagem torna a monitorização mais envolvente e positiva, especialmente para o público mais jovem.
- **Proteção de Dados e Privacidade:** Aplicar medidas de segurança robustas para garantir que os dados de localização e outras informações sensíveis sejam protegidos contra acessos não autorizados.

3 Estado da Arte

A tecnologia de *geofencing* tem sido amplamente explorada em diversas áreas, com destaque para marketing, segurança e monitorização de indivíduos. No marketing, o *geofencing* é utilizado para enviar publicidade e notificações personalizadas conforme a localização do utilizador. Na área da segurança, a tecnologia permite a definição de perímetros virtuais para monitorização de acessos e deslocações. Além disso, as aplicações modernas procuram melhorar a privacidade dos dados e a eficiência do rastreamento em tempo real.

A presente secção analisa soluções existentes no mercado e contribuições científicas relevantes, destacando as suas características, limitações e oportunidades para desenvolvimento futuro.

3.1 Aplicações Comerciais

Esta secção têm como objetivo, numa primeira abordagem, comparar aplicações comerciais com produtos que se assemelham aos objetivos da nossa aplicação.

A Find My Kids [8] é uma aplicação de *tracking* para pais monitorizarem a localização dos seus filhos em tempo real. Esta utiliza um serviço de GPS para fornecer a posição exata da criança, permitindo que os responsáveis acompanhem as suas deslocações e recebam alertas quando entra ou sai de locais pré-definidos (*geofencing*), como em casa ou na escola. Além disso, a *app* oferece recursos como escuta de ambiente, histórico de localização e alertas de bateria baixa no dispositivo móvel da criança. É ainda compatível com smartphones e smartwatches infantis.

A Kidgy [9] é uma aplicação de controlo parental que permite aos pais monitorizar e garantir a segurança digital de seus filhos. Esta oferece funcionalidades como *tracking* em tempo real com *geofencing*, bloqueio de aplicações, monitorização de chamadas e mensagens, além de alertas de emergência. Com o Kidgy, os responsáveis podem estabelecer limites de tempo de uso do dispositivo e visualizar o histórico de atividades da criança, ajudando a promover um ambiente digital mais seguro.

O MSafely [10] é outra aplicação de controlo parental projetado para ajudar os pais a monitorizar e proteger os seus filhos no ambiente digital. Este oferece recursos como *tracking* em tempo real, *geofencing*, monitorização de chamadas e mensagens, controlo de aplicações e restrições de tempo de tela. Além disso, o MSafely permite ver o histórico de navegação e atividades nas redes sociais. É uma solução eficiente para promover um uso responsável da tecnologia.

Tabela 1 Features nas aplicações já estabelecidas no mercado

Feature	Find My Kids	Kidgy	MSafely
GPS	✓	✓	✓
Geofencing	✓	✓	✓
Controlo de Rotas	✓	✓	✓
Escuta ambiente	✓	✗	✗
Histórico de Rotas	✓	✗	✗

Conforme a análise, percebemos que existem produtos bastante ajustados com os objetivos, especialmente a aplicação Find My Kids. Neste caso concreto, observamos que esta aplicação apresenta um conjunto de funcionalidades bastante robusto, cobrindo a maioria das necessidades de monitorização parental. No entanto, ainda existem limitações a considerar, como a dependência de redes móveis para *tracking* contínuo, onde não encontramos uma alternativa da aplicação para falhas na Internet, e a privacidade dos dados recolhidos. Algumas funcionalidades, como o histórico de rotas e a escuta ambiente, podem ser amplificadas, como na escuta onde poderia ser incluído vídeo, passando a ser uma solução de *streaming* do ambiente. Além disso, estas ultimas funcionalidades referidas não estão presentes em todas as alternativas analisadas, o que sugere oportunidades para aprimoramentos e diferenciação na solução proposta neste estudo.

3.2 Outras Contribuições

Diversos trabalhos acadêmicos abordam assuntos similares à nossa proposta, seja em termos metodológicos ou de aplicação. Essas pesquisas fornecem um panorama das soluções já exploradas e destacam os desafios ainda existentes na área.

O artigo [11] aborda um serviço de monitorização infantil, que têm como base da sua arquitetura as tecnologias de GPS, *geofencing* e SMS. Esta aplicação funciona sobre dispositivos *android*, seguindo um padrão arquitetural cliente-servidor, onde a aplicação cliente têm dois módulos: Cuidador e Cuidado, e a aplicação servidor é instalada e utilizada pelo Cuidador num computador. Em termos de funcionamento, é semelhante ao que tem sido observado, mas serve se do uso de SMS para notificações ou comunicações entre aplicações clientes, evitando o uso de Internet móvel, que não apresentava, na data do projeto, as mesmas capacidades atuais. Deste estudo, conseguimos perceber com melhor detalhe algumas das limitações destes sistemas, nomeadamente o uso de redes, que deve ser explorado planos secundários para colmatar falhas nas redes de internet móvel. Além disso, a ideia de não utilizar serviços *cloud* para armazenamento de dados da aplicação poderá ser uma hipótese explorada, uma vez que muitos utilizadores podem não permitir, mesmo que temporariamente, o acesso a esses dados por parte de terceiros.

O artigo [12] apresenta uma aplicação que visa auxiliar pais na monitorização da localização de seus filhos em tempo real. O sistema utiliza um rastreador GPS baseado em Arduino que envia informações de latitude e longitude para uma base de dados na *cloud*. Os pais acedem às informações através de uma aplicação móvel, que permite visualizar a localização atual da criança, acompanhar o histórico de rotas percorridas e configurar áreas de *geofence* para receber notificações caso a criança entre ou saia dessas áreas. Durante os testes, o sistema demonstrou eficácia no *tracking* em tempo real, no envio de alertas e na melhoria da segurança infantil. De forma semelhante, a referência [13] apresenta uma situação semelhante à descrita.

Diferente do estudo apresentado em [11], a arquitetura "CTS" [12] adota uma abordagem mais moderna, integrando serviços de armazenamento em nuvem para os dados de localização. Isso proporciona atualizações em tempo real, reduz a dependência de redes móveis tradicionais e melhora a escalabilidade e eficiência do sistema. Contudo, é importante referir que esta abordagem pode não ser suficiente, especialmente em caso de falha da internet móvel, como também pode levantar algumas questões de privacidade de dados por parte dos pais. Este padrão é de longe o mais comum, como observado em [14] e [15], com a plataforma Firebase, como preferência de serviço de armazenamento, que oferece armazenamento *NoSQL*, ideal para dados recolhidos a partir de dispositivos móveis.

3.3 Geofencing e Tendências Futuras de Inteligência Artificial

A integração da Inteligência Artificial (IA) com tecnologias de *geofencing* e GPS está a transformar significativamente diversas indústrias, oferecendo soluções mais inteligentes e adaptativas.

Um fator comum a todas as soluções consideradas, é que tecnologias de comunicação, como o 5G, são cruciais para o funcionamento e precisão destes sistemas. Pela

referência [16], encontramos a implementação de modelos que ambicionam, através da aprendizagem por reforço, concluir o posicionamento ideal das bases provedoras de rede, para concluir sobre distância e ângulos de zonas de risco, para elevar a precisão para situações críticas.

Os modelos de Machine Learning mais avançados, incluindo redes neurais, *support vector machines* e *random forests*, têm demonstrado um bom desempenho na classificação de violações de *geofences* e na monitorização de padrões de movimento. Estes modelos aprendem a partir de dados históricos dos utilizadores, para permitir *clustering* dinâmico e previsões em tempo real, garantindo que os alertas são gerados apenas quando uma criança, idoso ou pessoa com deficiência se desvia genuinamente das zonas seguras. Experiências em domínios semelhantes, como a monitorização de locais de trabalho, mostraram que os sistemas de *geofencing* baseados em inteligência artificial podem alcançar uma alta precisão em ambientes interiores, sublinhando a sua potencial aplicabilidade em cenários de segurança [17].

Por vezes, dependendo do cenário de utilização, seria preferível que as técnicas de *geofencing* fossem, em vez de estáticas, dinâmicas, isto é, adaptativas às diferentes características dos utilizadores e do meio onde se encontram. Apesar de no estudo [18] refletirem sobre o uso de regras do tipo *Event Condition Action*, o uso de IA e *Machine learning* em aplicações baseadas em eventos é essencial para deteção de anomalias entre outras funcionalidades no processamento de eventos [19].

4 Cenários de Implementação

O Safe Steps poderá ser aplicado em diversos contextos, proporcionando segurança e acompanhamento a diferentes utilizadores. Abaixo, apresentam-se alguns cenários onde a aplicação pode ser implementada de forma eficaz.

4.1 Monitorização de Percursos

O Safe Steps oferecerá uma solução eficaz para monitorização e assistência em deslocações diárias de diferentes grupos de utilizadores, como crianças, idosos e pessoas com deficiência. A aplicação irá garantir que os trajetos sejam realizados com segurança, permitindo o acompanhamento por responsáveis e promovendo hábitos seguros através de estratégias de ludificação.

Os principais atores envolvidos são crianças, idosos e pessoas com deficiência, que representam os utilizadores primários, bem como os pais, familiares e cuidadores, que monitorizam as deslocações e recebem notificações.

O fluxo de trabalho inicia-se com a definição de um trajeto seguro na aplicação pelo responsável ou pelo próprio utilizador através de uma interface intuitiva, selecionando pontos de partida e chegada, e definindo o caminho recomendado entre ambos. A aplicação fornece um tempo expectável para a realização do percurso, além de feedback em tempo real para garantir que o caminho é seguido corretamente, enquanto a localização é monitorizada e partilhada com os responsáveis, permitindo o acompanhamento em tempo real. Caso ocorra um desvio, o Safe Steps emite alertas tanto

para o utilizador como para os responsáveis, sugerindo ações corretivas ou recalculando o trajeto. No final do percurso, um relatório detalhado é enviado ao responsável, contendo informações sobre desvios, tempos de deslocação e alertas emitidos.

Relativamente à componente de ludificação, semelhante ao Waze[20], o Safe Steps pode atribuir pontos à medida que o utilizador segue corretamente o percurso estipulado. Se não houver desvios, a pontuação final será máxima (exemplo: 100/100). Caso o utilizador saia da zona segura, os pontos são reduzidos, promovendo a adesão ao trajeto correto. A aplicação comunica-se tanto com o utilizador como com os responsáveis. Caso um desvio ocorra, a aplicação emite alertas sonoros, visuais ou vibratórios para incentivar o regresso ao percurso correto. Semelhante ao Duolingo[21], os utilizadores podem acumular pontos e conquistar títulos ou insígnias à medida que realizam trajetos seguros de forma consistente. Isto pode incentivar crianças a seguirem os percursos corretos, estimular idosos a manterem-se ativos e promover maior autonomia em pessoas com deficiência. A tabela de pontos pode ser personalizada para diferentes perfis de utilizador, permitindo comparações entre amigos, familiares ou outros utilizadores, fomentando uma competição saudável.

Para utilizadores com deficiência visual, a aplicação pode integrar um sistema de orientação sonora gamificada, proporcionando uma experiência acessível e interativa. Enquanto que para idosos ou pessoas com dificuldades cognitivas, podem ser introduzidos desafios simples, como alcançar metas de deslocação segura durante a semana ou manter trajetos consistentes ao longo do tempo. A possibilidade de personalizar notificações e efeitos sonoros pode tornar a experiência mais agradável, especialmente para crianças e utilizadores mais novos. As crianças podem receber bônus de pontuação ao responderem questionários sobre como a viagem correu. Por exemplo: se alguém os tentou abordar, se acharam que o caminho demorou tempo demais, se sentiram que alguém os estava a seguir. Este tipo de questões além de ajudar a tornar a experiência mais interativa também pode contribuir para a segurança da criança[22]. O questionário é partilhado com os pais/responsáveis.

4.2 Supervisão em Espaços (Geofencing)

Em locais movimentados, como centros comerciais, festivais e parques, o Safe Steps pode ajudar na monitorização de crianças e pessoas que necessitem de supervisão, garantindo que permaneçam em áreas seguras.

Os atores envolvidos são os utilizadores monitorizados e os responsáveis.

O fluxo de trabalho inicia-se com a definição de zonas seguras pelo responsável através da aplicação. Os utilizadores monitorizados recebem alertas caso se afastem da área definida, e, se permanecerem fora da zona segura por um período prolongado, um alerta é enviado ao responsável. No final do evento, um relatório com os deslocamentos do utilizador pode ser gerado.

Relativamente à componente de ludificação, o Safe Steps pode criar desafios interativos dentro do evento, como encontrar pontos seguros específicos (Entradas/Saídas, bancadas, praças centrais ou postos de informação), reforçando o aprendizado e a diversão. Assim como no caso dos percursos, quanto mais tempo o monitorizado ficar dentro da zona segura mais pontos recebe, e quanto mais se afastar, mais pontos perde.

No final, quando o responsável desligar a monitorização do evento, um score final é dado ao monitorado.

4.3 Escuta do Ambiente

O Safe Steps pode ser expandido para monitorizar percursos de adolescentes ou idosos em horários de maior risco através da escuta ativa do ambiente, permitindo a deteção de sons indicativos de risco, como gritos, vidros a partir-se ou discussões agressivas. Esta funcionalidade visa aumentar a segurança de utilizadores que podem estar mais vulneráveis em determinados horários ou locais, fornecendo uma resposta rápida em situações de emergência.

Os atores envolvidos incluem adolescentes e trabalhadores que realizam trajetos noturnos, bem como os pais e responsáveis que monitorizam as deslocações.

O fluxo de trabalho inicia-se com a ativação do modo de escuta do ambiente pelo utilizador antes de iniciar o percurso. O Safe Steps monitoriza a localização e os sons do ambiente, analisando padrões sonoros que podem indicar perigo. Caso o sistema detete sons anómalos, como pedidos de ajuda ou ruídos agressivos, a aplicação pode enviar uma notificação ao utilizador para confirmar se está seguro, acionar um alerta silencioso para os responsáveis caso o utilizador não responda, ativar a gravação de áudio temporária como evidência em caso de necessidade de intervenção ou sugerir um desvio seguro, recalculando a rota. Adicionalmente, o utilizador pode utilizar um botão de emergência para acionar um alerta imediato, enviando a localização diretamente para serviços de emergência, como polícia, bombeiros ou equipas de primeiros socorros. No final do percurso, um relatório detalhado é gerado, contendo a rota seguida, sons detetados e qualquer alerta acionado.

Na vertente de ludificação, esta funcionalidade pode incluir um sistema de confirmação periódica, onde o utilizador recebe incentivos ao manter *check-ins* regulares para demonstrar que está seguro durante o trajeto. A escuta do ambiente pode também incluir um modo silencioso de alerta, onde a aplicação deteta padrões incomuns (por exemplo, aumento repentino de ruído, som de correria ou de sirenes) e aciona automaticamente notificações para os responsáveis. A possibilidade de o utilizador personalizar os alertas ou a resposta da aplicação pode aumentar a sua adoção, permitindo ajustar a experiência de acordo com as necessidades individuais.

4.4 Histórico de Percursos

Utilizadores e responsáveis devem poder aceder a um histórico detalhado dos percursos realizados, proporcionando maior controlo, segurança e otimização das rotas futuras. Esta funcionalidade não regista apenas os trajetos percorridos, mas também identifica padrões de mobilidade e possíveis riscos recorrentes, permitindo ajustes personalizados na utilização da aplicação.

Os atores envolvidos incluem crianças, idosos e pessoas com deficiência como utilizadores primários, bem como pais e responsáveis que monitorizam e analisam os trajetos.

O fluxo de trabalho inicia-se com o registo automático dos trajetos percorridos pelo utilizador, armazenando informações como tempo de deslocação, desvios e alertas acionados. O utilizador ou responsável pode aceder ao histórico de percursos e visualizar estatísticas sobre a sua mobilidade, como frequência de uso, trajetos mais comuns e locais de paragem. A aplicação pode sugerir melhorias no percurso com base no histórico, recomendando rotas mais eficientes e seguras. Se forem identificadas áreas de risco recorrentes, o sistema pode alertar os responsáveis para que definam novas rotas ou ajustem as zonas seguras. O histórico pode ainda ser partilhado com responsáveis ou entidades relevantes para monitorização de padrões de deslocação e otimização das condições de segurança.

A ludificação nesta funcionalidade permite ao utilizador acompanhar a sua evolução ao longo do tempo através de um sistema de estatísticas personalizadas (de acordo com temas como: tempo, desvios, distâncias, etc.) e consultar as insígnias ou títulos que adquiriu, bem como as que pode adquirir e o que deve cumprir para ganhar novas conquistas. Para idosos ou pessoas deficientes, as conquistas podem estar relacionadas a melhorar hábitos de deslocação, como alcançar metas semanais ou reduzir desvios imprevistos.

5 Utilização de Dados

A proliferação de serviços baseados em localização (LBS) resulta na recolha massiva de dados de localização a nível individual. Embora esses dados sejam valiosos, a sua exposição pode levar a riscos significativos de privacidade, incluindo a reidentificação de indivíduos e a inferência de informações sensíveis.

5.1 Enquadramento Legal e Regulamentar

O tratamento de dados pessoais na União Europeia é regido por um conjunto abrangente de legislações que visam proteger a privacidade dos indivíduos e assegurar a segurança das suas informações pessoais. No contexto do Safe Steps, que lida com dados sensíveis de localização de crianças, idosos e pessoas com deficiência, é imperativo alinhar as práticas de recolha e processamento de dados com estas regulamentações para garantir conformidade legal e proteção dos utilizadores.

O principal instrumento legislativo é o **Regulamento (UE) 2016/679**^[23], conhecido como Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), em vigor desde 25 de maio de 2018. Este regulamento estabelece normas rigorosas para o tratamento de dados pessoais, incluindo princípios como a minimização de dados, que assegura a recolha apenas das informações estritamente necessárias para a finalidade específica; o consentimento informado, que requer que os titulares dos dados forneçam autorização explícita antes da recolha; e os direitos dos titulares, que garantem acesso, retificação, apagamento ("direito ao esquecimento") e portabilidade dos dados. Além disso, o RGPD obriga as organizações a notificarem as autoridades competentes e os titulares dos dados em caso de violação de segurança que comprometa os dados pessoais.

Em Portugal, a aplicação do RGPD é complementada pela **Lei n.º 58/2019**^[24], de 8 de agosto, que assegura a execução do RGPD na ordem jurídica nacional. Esta lei designa a Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd) como a autoridade

responsável pela supervisão e fiscalização do cumprimento das normas de proteção de dados em Portugal. Além disso, estabelece disposições específicas para o tratamento de dados em contextos como saúde, segurança pública e investigação científica, e define as sanções aplicáveis em caso de incumprimento das obrigações relativas à proteção de dados pessoais.

Para grupos vulneráveis, como idosos e pessoas com deficiência, a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD), ratificada pela UE, estabelece a proteção da privacidade como um direito fundamental. Além disso, a **Estratégia Europeia sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência 2021-2030** enfatiza a importância da segurança digital e proteção dos dados destes cidadãos. No caso dos idosos, a **Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia (Art. 25.º)**^[25] reconhece o direito a uma vida digna e independente, implicando medidas adequadas de proteção da privacidade e dos dados pessoais.

Também é importante denotar que caso se pretenda internacionalizar o Safe Steps, é necessário cumprir legislações específicas desses territórios. Por exemplo, nos Estados Unidos não há uma legislação federal única para a privacidade de dados, mas existem leis estaduais e setoriais relevantes. A **Children’s Online Privacy Protection Act (COPPA)** regula a recolha de informações de menores de 13 anos em plataformas digitais. Além disso, estados como a Califórnia adotaram regulamentações mais amplas, como a California Consumer Privacy Act (CCPA), que concede aos consumidores direitos sobre os seus dados pessoais, incluindo a possibilidade de solicitar a eliminação ou restrição do processamento.

5.2 Recolha e Armazenamento de Dados

Para garantir a conformidade com as leis de proteção de dados e assegurar a privacidade dos utilizadores, especialmente quando se trata de informações sensíveis de localização, é fundamental adotar estratégias eficazes de recolha e armazenamento de dados. Aplicações como Find My Kids, Kidgy e Msafely implementam práticas exemplares que podem servir de referência:

- **Find My Kids:** Durante a instalação, a aplicação exige o consentimento explícito dos pais ou responsáveis legais, seguindo o princípio do consentimento informado. Para minimizar a exposição a riscos, apenas os dados essenciais para a funcionalidade da aplicação são recolhidos, incluindo localização GPS, nome e idade da criança. Os dados são armazenados em servidores seguros, protegidos por encriptação avançada, e apenas os pais têm acesso a estas informações. Além disso, a política de privacidade detalha claramente quais dados são recolhidos e como são utilizados, garantindo transparência e conformidade com regulamentações como o RGPD.^[26]
- **Kidgy:** A aplicação Kidgy adota um modelo semelhante ao Find My Kids, recolhendo dados como a localização GPS da criança e o histórico de navegação, mas com foco na minimização de dados. Apenas as informações necessárias para as funcionalidades da aplicação são processadas, evitando o armazenamento excessivo de dados sensíveis. A segurança é garantida através de técnicas de encriptação e acesso restrito, assegurando que os dados só podem ser visualizados pelos pais ou

responsáveis legais. Além disso, a Kidgy mantém uma política de privacidade detalhada e acessível, explicando claramente como os dados são utilizados e armazenados, reforçando a transparência e a confiança dos utilizadores.[9]

- **Msafely:** O Msafely foca-se na monitorização parental de comunicações e localização, recolhendo apenas os dados necessários para a funcionalidade pretendida. A aplicação implementa medidas rigorosas de proteção de dados, incluindo a encriptação dos dados armazenados e protocolos de segurança para evitar acessos não autorizados. Além disso, a aplicação segue regulamentações internacionais como o RGPD e a COPPA, garantindo que a recolha de dados seja feita de forma legal e ética. O Msafely também permite que os utilizadores solicitem a eliminação dos seus dados a qualquer momento, reforçando a conformidade com as normas de proteção de dados e a privacidade dos utilizadores.[10]

5.3 Ética de Dados

A recolha e utilização de dados pessoais no Safe Steps devem ser conduzidas com responsabilidade, respeitando princípios éticos fundamentais que garantem a privacidade, a autonomia e a dignidade dos utilizadores. Como a aplicação lida com grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com deficiência, torna-se essencial adotar práticas rigorosas que evitem abusos e garantam que os dados recolhidos sejam utilizados apenas para os fins para os quais foram autorizados.

Um dos princípios fundamentais é o **consentimento informado**, garantindo que os utilizadores, ou os seus representantes legais, compreendam e concordem com a recolha de dados antes que esta ocorra. Este consentimento deve ser explícito, revogável e obtido de forma transparente, sem ambiguidade ou coerção. Aplicações como Find My Kids e Kidgy adotam este princípio ao exigir a autorização dos pais ou responsáveis legais antes de ativar a monitorização, assegurando que os utilizadores têm total controlo sobre os dados que são recolhidos e utilizados [9, 26].

Além disso, a **minimização de dados** é uma abordagem essencial para mitigar riscos de exposição desnecessária. O Safe Steps deve recolher apenas os dados estritamente necessários para a sua funcionalidade, evitando o armazenamento excessivo de informações sensíveis. Este princípio é seguido por aplicações como Msafely, que limita a recolha de dados ao mínimo indispensável e permite que os utilizadores solicitem a eliminação das suas informações a qualquer momento [10].

A **transparência** é outro pilar ético que deve ser garantido. As políticas de privacidade do Safe Steps devem ser claras, acessíveis e redigidas numa linguagem compreensível para todos os utilizadores, detalhando como os dados são recolhidos, utilizados e protegidos. A conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) assegura que os utilizadores tenham total controlo sobre as suas informações, permitindo-lhes aceder, modificar ou eliminar os seus dados conforme necessário [23].

A **proteção de grupos vulneráveis**, como crianças e idosos, requer salvaguardas adicionais para garantir que a recolha de dados não comprometa a sua autonomia e segurança. A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD) reforça a importância de desenvolver soluções tecnológicas que

respeitem a dignidade e a liberdade individual, evitando que a monitorização se torne uma forma de vigilância excessiva. Assim, o Safe Steps deve garantir que a recolha de dados não seja invasiva e que o acesso às informações seja restrito a utilizadores autorizados, garantindo que as informações pessoais não sejam exploradas para fins indevidos.

Por fim, a aplicação deve **evitar riscos de vigilância excessiva**, assegurando que o equilíbrio entre segurança e privacidade seja mantido. O acesso às informações deve ser altamente controlado, e as medidas de segurança devem impedir qualquer exploração indevida dos dados recolhidos. Implementar auditorias regulares e permitir que os utilizadores gerenciem as suas próprias informações são práticas essenciais para reforçar a proteção dos dados pessoais.

6 Conclusão

O desenvolvimento da aplicação Safe Steps representa uma solução para a monitorização e segurança de grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com deficiência, durante os seus deslocamentos diários. Através da utilização de tecnologias como o GPS, sensores móveis e *geofencing*, a aplicação permite a criação de rotas personalizadas, a definição de áreas seguras e a deteção de desvios ou entradas em zonas de risco, notificando os responsáveis em tempo real. Além disso, a integração de funcionalidades como a escuta do ambiente, o histórico de percursos e elementos de ludificação contribui para uma experiência mais completa e envolvente, promovendo a segurança e a autonomia dos utilizadores.

A análise do estado da arte demonstrou que, embora existam soluções semelhantes no mercado, o Safe Steps distingue-se pela sua abordagem abrangente, que combina precisão técnica, personalização e preocupação com a privacidade dos dados. A aplicação foi concebida para superar desafios como a monitorização em tempo real, a precisão do *geofencing* e a proteção de dados sensíveis, alinhando-se com as regulamentações europeias e internacionais, como o RGPD e a COPPA. A adoção de práticas éticas, como o consentimento informado, a minimização de dados e a transparência, reforça a confiança dos utilizadores e garante que a aplicação seja utilizada de forma responsável.

Em suma, o Safe Steps não só oferece uma solução tecnológica avançada para a segurança em deslocações, mas também promove a tranquilidade dos cuidadores e a independência dos utilizadores. A sua implementação em diversos cenários, desde a monitorização de percursos até à supervisão em espaços públicos, evidencia o seu potencial para impactar positivamente a vida de muitas pessoas. Futuros desenvolvimentos poderão incluir a integração de inteligência artificial para melhorar a precisão e a adaptabilidade do sistema, bem como a expansão para novos mercados, sempre com foco na proteção e no respeito pelos direitos dos utilizadores.

Referencias

- [1] Gabinete de Estratégia e Planeamento do MTSSS: Indicadores sobre a Deficiência e Incapacidade: Contributo para a ENIPD 2021-2025. <https://www.gep.mtsss.gov.pt/documents/10182/80545/Indicadores+sobre+a+Defici%C3%A7%C3%A3o+e+Incapacidade+-+Contributo+para+a+ENIPD+2021-2025.pdf/1926e031-1574-4cd8-826e-e064cf80e973> (2021)
- [2] APSI: 30 Anos de Segurança Infantil em Portugal. https://www.apsi.org.pt/images/PDF/2022/APSIRELATARIO_30.pdf (2022)
- [3] What Is Geofencing? <https://www.techtarget.com/whatis/definition/geofencing> Accessed 2025-03-02
- [4] Ogulenko, A., Benenson, I., Östh, M.T., John, Siretskiy, A.: The fallacy of the closest antenna: Towards an adequate view of device location in the mobile network. International Journal of Science and Research (IJSR), 17 (2021) <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.02154>
- [5] Shevchenko, Y., Reips, U.: Geofencing in location-based behavioral research: Methodology, challenges, and implementation. Springer Nature Link, 6411–6439 (2023) <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02213-2>
- [6] Navidan, H., Moghtadaiee, V., Nazaran, N., Alishahi, M.: Hide me behind the noise: Local differential privacy for indoor location privacy. arXiv, 10 (2022) <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.00633>
- [7] Shevchuk, R., Karpinski, M., Yurchyshyn, T., Lishchynskyy, I., Lyzun, M., Melnyk, A.: A context-aware approach and software for notifications about personal safety. In: 2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), pp. 665–669 (2024). <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712568>
- [8] Find My Kids. <https://findmykids.org> Accessed 2025-02-21
- [9] Kidgy. <https://kidgy.com> Accessed 2025-02-21
- [10] MSafely. <https://msafely.com> Accessed 2025-02-21
- [11] Gupta, A., Harit, V.: Child safety tracking management system by using gps, geo-fencing android application: An analysis. In: 2016 Second International Conference on Computational Intelligence Communication Technology (CICT), pp. 683–686 (2016). <https://doi.org/10.1109/CICT.2016.141>
- [12] Jaya, M.I., Tong, G.X., Razak, M.F.A., Zabidi, A., Hisham, S.I.: Geofence alerts application with gps tracking for children monitoring (cts). In: 2021 International Conference on Software Engineering Computer Systems and 4th

- International Conference on Computational Science and Information Management (ICSECS-ICOCSIM), pp. 222–226. IEEE, ??? (2021). <https://doi.org/10.1109/ICSECS52883.2021.00047>
- [13] Karthik, J.D., Anbarasan, A.: Enhancement of child safety in educational systems using gps and biometric security. *Journal of Artificial Intelligence and Emerging Technologies* **1**(1), 25–32 (2024) <https://doi.org/10.47001/JAIET/2024.101004>
 - [14] Rishi, G.H., Kishan, S.R., Sai, M.K.S.S., Satwik, G.S.S.: Geofence-based teen location monitoring system for parental supervision. In: 2024 3rd International Conference for Advancement in Technology (ICONAT), pp. 1–5 (2024). <https://doi.org/10.1109/ICONAT61936.2024.10775286>
 - [15] Shah, S.N., Shukla, A., Prasad, R., Mandalia, P.: Geofencing application using irnss/navic. In: 2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), pp. 1–6 (2022). <https://doi.org/10.1109/CONIT55038.2022.9848361>
 - [16] Famili, A., Sun, S., Atalay, T., Stavrou, A.: Harnessing meta-reinforcement learning for enhanced tracking in geofencing systems. *IEEE Open Journal of the Communications Society* **6**, 944–960 (2025) <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2025.3531318>
 - [17] Abd El-Haleem, A.M., Mohamed, N.E.M., Abdelhakam, M.M., Elmesalawy, M.M.: A machine learning approach for movement monitoring in clustered workplaces to control covid-19 based on geofencing and fusion of wi-fi and magnetic field metrics. *Sensors* **22**(15), 5643 (2022) <https://doi.org/10.3390/s22155643>
 - [18] Pongpaichet, S., Singh, V.K., Jain, R., Pentland, A.S.: Situation fencing: making geo-fencing personal and dynamic (2013) <https://doi.org/http://hdl.handle.net/1721.1/92377>
 - [19] Manchana, R.: Event-driven architecture: Building responsive and scalable systems for modern industries. *International Journal of Science and Research (IJSR)* **10**(1), 1706–1716 (2021) <https://doi.org/10.21275/SR24820051042>
 - [20] Waze. <https://www.waze.com> Accessed 2025-02-24
 - [21] Duolingo. <https://www.duolingo.com> Accessed 2025-02-24
 - [22] Högvist, C., Haack, F., Vries, J., Durnwalder, M., Geirnaert, M., Cordier Villar, S.: Motivating safe street crossings: Smashy. B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya (2024). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/416791>
 - [23] Regulamento (UE) 2016/679. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679> Accessed 2025-02-22
 - [24] Lei N.º 58/2019, de 8 de Agosto. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/>

[58-2019-123815982](#) Accessed 2025-02-22

[25] Carta Dos Direitos Fundamentais da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A12012P/TXT> Accessed 2025-02-22

[26] Find My Kids - Privacy Policies. https://findmykids.org/robly/privacy_policy.html Accessed 2025-02-23