

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



AccessiGlance: Interações Rápidas e Acessíveis na Monitorização de Saúde e Atividade Física

Rúben Filipe Mendes Silva

Mestrado em Engenharia Informática

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Rúben Hugo de Freitas Gouveia
Prof. Doutor João Pedro Vieira Guerreiro

Por um futuro mais inclusivo e acessível.

Agradecimentos

Gostaria de começar por expressar a minha mais profunda gratidão à minha família, em especial ao meu pai, à minha mãe e aos meus avós, que me deram a oportunidade de me formar. O seu apoio incondicional e a confiança que sempre depositaram em mim acompanharam-me ao longo de toda a minha formação académica e pessoal. Sem eles, este percurso não teria sido possível.

À minha namorada, Pilar, deixo um agradecimento muito especial. O teu apoio, paciência e cuidado foram fundamentais para me manter motivado e equilibrado durante todo o desenvolvimento desta dissertação. Obrigado por estares sempre presente, nos momentos fáceis e nos mais exigentes. A tua presença foi decisiva para manter o foco nos momentos de maior pressão e incerteza, lembrando-me sempre da importância de acreditar no meu próprio percurso.

Agradeço igualmente aos meus orientadores, Professor Doutor Rúben Gouveia e Professor Doutor João Guerreiro, pela orientação e disponibilidade demonstradas em cada etapa deste trabalho. A sua experiência e crítica construtiva foram essenciais para a concretização desta investigação. Para além de orientadores exemplares, foram também uma presença amiga ao longo deste percurso.

Ao músico profissional Alexandre Gouveia, expressei também o meu agradecimento pela ajuda e pelo contributo prestados ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

A minha sincera gratidão estende-se também à Fundação Raquel e Sain Martin, ao Dr. Carlos Bastardo e a todos os participantes dos estudos. A sua abertura e disponibilidade, bem como o interesse demonstrado ao contribuírem com diversas ideias e experiências ao longo do processo, foram determinantes para a concretização desta investigação.

Quero ainda agradecer ao LASIGE e ao grupo Tech & People pela forma como me acolheram e pelo ambiente estimulante que proporcionaram ao longo deste percurso.

A todos, o meu muito obrigado.

Resumo

A monitorização da atividade física tornou-se uma prática central do bem-estar moderno, mas continua profundamente dependente da visão. Apesar do crescimento expressivo dos dispositivos de monitorização e da sua capacidade de fornecer métricas em tempo real, com experiências rápidas e integradas (frequentemente em menos de cinco segundos), esta permanece inacessível para cerca de 43 milhões de pessoas no mundo, que são as pessoas cegas. Mesmo com as soluções assistivas já existentes, estas ainda não oferecem o mesmo nível de naturalidade, fluidez e autonomia característico da interação visual.

Esta dissertação investiga de que forma o conceito de glanceability pode ser adaptado e expandido para além do domínio visual, explorando o potencial do som e da vibração para permitir interações rápidas, intuitivas e de baixo esforço cognitivo. O objetivo é desenvolver abordagens acessíveis que permitam a qualquer utilizador aceder aos seus dados de atividade física com a mesma eficiência temporal e, assim, promover a continuidade de utilização e uma maior equidade no acesso a tecnologias de saúde.

Palavras-chave: Monitorização de atividade física; Acessibilidade; Ecrãs glanceable; Pessoas cegas; Interfaces não visuais

Abstract

Blind individuals continue to face challenges in accessing information about their physical activity due to the predominance of visual interfaces in monitoring systems. Although accessible solutions exist, they still do not offer the same usability and autonomy available to sighted users. This dissertation investigates how auditory feedback can support fast, low-cognitive-effort interactions when accessing physical activity data, with the goal of removing barriers and enabling new experiences.

The research was structured into two complementary studies. Study 1 consisted of conducting semi-structured interviews with blind or visually impaired users, aiming to understand their physical activity practices, their relationships with monitoring technologies, and their preferences regarding fast and integrated auditory representations. The analysis revealed concerns about cognitive load, privacy, and contextual appropriateness, and highlighted the importance of using brief, simple, and emotionally suitable sounds.

Study 2 further explored these findings by inviting participants to imagine, through use-case scenarios, how such an auditory/haptic system could function in their daily lives. These conceptual simulations made it possible to explore expectations, benefits, and concerns associated with long-term use. Participants expressed a preference for motivating, customizable feedback that is sensitive to social context, reinforcing the need to avoid intrusiveness, excessive repetition, and moments when the system might feel absent.

Together, the studies identify opportunities and challenges in designing auditory feedback for physical activity monitoring. The dissertation proposes essential qualities and guiding principles for more meaningful and contextually appropriate sonic experiences for blind individuals. The main contribution lies in adapting and expanding the concept of glanceability to a sonic dimension, demonstrating that fast, low-effort interactions can be effectively translated from the visual domain to the auditory one and, ultimately, promote greater inclusion.

Keywords: Physical activity tracking; Accessibility; Glanceable displays; Blind users; Non-visual interfaces

Conteúdo

Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Abordagem	2
1.4 Contribuições	3
1.5 Estrutura do documento	3
2 Trabalho Relacionado	5
2.1 Monitorização de Saúde	5
2.2 Monitorização de Saúde e Pessoas Cegas	7
2.2.1 Práticas Adotadas	7
2.2.2 Barreiras	8
2.3 Visualização de Dados	10
2.3.1 Visualização de Dados em Monitores de Saúde	10
2.3.2 Desafios Gerais da Visualização de Dados	11
2.3.3 Barreiras Específicas para Pessoas Cegas	12
2.3.4 Soluções Emergentes para Visualização Acessível	12
2.3.5 Sonificação aplicada à Acessibilidade e Monitorização de Saúde	14
2.4 Ganceability	16
2.4.1 Aplicações de glanceability e Ambient displays	17
2.4.2 Desenvolvimento de Métricas e Abordagens de Design	20
3 Exploração de Abstrações Não Visuais e Considerações de Integração	23
3.1 Estratégias de Transmissão da Informação	23
3.2 Princípios de Abstracção e Integração em Interações Não Visuais	24
3.2.1 Abstracção	24
3.2.2 Integração	29

4	Estudo 1: Preferências e Percepções de Feedback Glanceable	31
4.1	Participantes	31
4.2	Procedimento	32
4.3	Análise dos Dados	33
4.4	Resultados	34
4.4.1	Diversidade de Soluções	34
4.4.2	Significado Pessoal e Divertido	35
4.4.3	Valência Motivacional do Feedback	36
4.4.4	Feedback Integrado	37
4.4.5	Feedback Oportuno	38
4.4.6	Vulnerabilidades Situadas do Feedback	39
5	Estudo 2: Exploração de Cenários Não Visuais de Feedback Glanceable	41
5.1	Participantes	41
5.2	Implementação do Protótipo	42
5.3	Procedimento	42
5.3.1	Integração de sons contrastantes no desbloqueio do telemóvel	44
5.3.2	Integração de som progressivo em notificações sem controlo	45
5.3.3	Manipulação de vozes existentes na verificação das horas	45
5.3.4	Manipulação de vozes familiares no uso quotidiano do telemóvel	46
5.3.5	Suporte à Comparação de Objetivos	46
5.3.6	Evolução musical por camadas em contextos imprevisíveis	47
5.4	Análise de Dados	48
5.5	Resultados das Análises Quantitativas	48
5.5.1	Facilidade de interpretação dos Cenários	48
5.5.2	Probabilidade de Uso	49
5.5.3	Relação entre Clareza e Probabilidade de Uso	50
5.5.4	Discussão	51
5.6	Resultados da Análise Qualitativa	51
5.6.1	Preferências	51
5.6.2	Progresso e Conquista como Funções Motivacionais do Feedback Sonoro	52
5.6.3	Presença, Controlo e Continuidade da Experiência	54
5.6.4	Coerência Semântica no Feedback Auditivo	55
5.6.5	Competição pela Atenção	56
6	Discussão	59
6.1	Consistência dos Resultados entre os Dois Estudos	59
6.2	Glanceability enquanto Modelo Multimodal	60
6.2.1	Princípios Transversais entre os Domínios Visual e Auditivo	60
6.2.2	Especificidades da Glanceability Auditiva	63

6.3	Personalização	64
6.3.1	O Papel da Personalização como Estratégia de Mediação	65
6.4	Temporalidade do Feedback	65
6.5	A Narrativa Sonora do Progresso e da Conquista	66
7	Conclusão	69
7.1	Trabalho Futuro	70
	Bibliografia	78
	Índice	78
A	Guião das entrevistas	79
B	Guião do Caso de Estudo	87

Lista de Figuras

2.1	TactualPlot (a) Gráfico de barras que mostra o armazenamento de água ao longo de um período de 27 anos; (b) O mesmo gráfico de barras renderizado na solução; e (c) Funcionalidades permitidas aos utilizadores.	13
2.2	CawClock Ilustração do design de interação periférica	15
2.3	TickTock (à esquerda) e Normly (à direita), dois dos conceitos desenvolvidos em [26].	17
2.4	UbiFit Interface glanceable. a) no início da semana – pequenas borboletas indicam objetivos alcançados; a ausência de flores significa que não existiu nenhuma atividade nesta semana; b) um jardim com variedade de exercícios/atividade física ; c) a exibição num telemóvel – a grande borboleta indica que o objetivo desta semana foi alcançado.	18
2.5	Princípios de Design para Displays Ganceable	20
3.1	Feedback por camadas	26
3.2	Sons familiares progressivos	27
3.3	Sons contrastantes	28
5.1	Distribuição das avaliações de clareza nos seis cenários, representada através de box plots.	49
5.2	Distribuição das avaliações de probabilidade de utilização nos seis cenários, apresentada através de box plots.	50
B.1	Ordem dos Participantes.	93

Lista de Tabelas

4.1	Características dos participantes do Estudo 1	32
5.1	Características dos participantes do Estudo 2	42
5.2	Características e dimensões de utilização que diferenciam os seis cenários considerados no estudo	43

Capítulo 1

Introdução

Nos últimos anos, o uso de monitores de atividade física tem aumentado significativamente [23, 39, 18, 2] e, conseqüentemente, refletido uma crescente consciencialização sobre a importância da monitorização da saúde e do bem-estar. Dispositivos como relógios inteligentes, pulseiras desportivas e aplicações móveis têm sido amplamente adotados para acompanhar uma variedade de métricas de saúde, o que oferece aos utilizadores a capacidade de monitorizar dados em tempo real e apoiar a gestão de atividades físicas, dietas e padrões de sono, entre outros aspetos. O crescimento deste mercado é impulsionado tanto pela curiosidade e pelo desejo de melhorar o bem-estar pessoal, como pela necessidade de monitorizar condições de saúde específicas [18]. Esta tendência é potenciado pelo rápido avanço tecnológico, que torna os dispositivos mais práticos em termos como a precisão e a acessibilidade, bem como pela maior consciencialização da importância da prevenção de doenças [23, 44]. Contudo, a maioria destas tecnologias foi concebida com base em interfaces visuais (gráficos, barras e gráficos circulares) [41]. Esta dependência da visão exclui uma parcela significativa da população - cerca de 43 milhões de pessoas cegas ou com deficiência visual (IAPB, 2020)¹ - que enfrenta barreiras de acessibilidade [36, 37, 41]. Apesar destas barreiras, muitos destes utilizadores continuam a procurar formas de monitorizar a sua saúde, ainda motivados por uma busca de autonomia e independência pessoal [36].

1.1 Motivação

A acessibilidade digital é essencial para a inclusão social e tecnológica. No contexto da saúde, a falta de soluções adequadas para pessoas com deficiência visual cria desigualdades no acesso à monitorização pessoal destes dados. Estes desafios reforçam a necessidade de desenvolver interfaces mais inclusivas e acessíveis [37, 36, 50], capazes de garantir que todos os utilizadores, independentemente das suas habilidades visuais, possam monitorizar a sua saúde de forma independente e eficaz.

Um aspeto particularmente relevante nestas tecnologias é a capacidade de interação breve e frequente com os dados de saúde. Estudos recentes mostram que mais de 70% das interações com

¹International Agency for the Prevention of Blindness (IAPB). *VISION 2020: The Right to Sight*. 2020. Disponível em: <https://www.iapb.org/about/history-archive/vision-2020/> (Acedido em: 14 de novembro de 2025).

monitores de atividade física são impulsionadas por glances - sessões curtas de cerca de cinco segundos, em que o utilizador verifica rapidamente os seus dados [24, 25, 26, 42]. Este conceito, denominado *glanceability*, tem sido um fator determinante na popularização e no uso contínuo destes dispositivos, pois não apenas facilita o acesso rápido à informação como também reduz a sobrecarga cognitiva e ainda mantém o utilizador motivado [26, 24].

Entretanto, o conceito de *glanceability* ainda é pouco explorado no contexto da acessibilidade. A ausência de elementos *glanceable* adequados para pessoas cegas limita o uso independente destes dispositivos, dificultando as interações com os dados de saúde. Sem alternativas acessíveis, muitas pessoas cegas acabam por abandonar o uso destes dispositivos, o que compromete a sua autonomia e dificulta o acompanhamento regular da saúde.

Deste modo, o problema central desta investigação consiste na falta de soluções *glanceable* acessíveis para pessoas com deficiência visual em dispositivos de monitorização de saúde. Neste contexto, esta tese procura responder à seguinte questão de pesquisa:

RQ1: Como podemos desenvolver tecnologias de saúde para pessoas cegas, que suportem interações *glanceable* com dados de saúde?

1.2 Objectivos

O objetivo principal desta investigação é explorar e desenvolver soluções de interação acessíveis que permitam a pessoas cegas realizar interações *glanceable* com dados de saúde. Pretende adaptar-se não só o conceito de *glanceability* a contextos não visuais, mas também investigar e propor novas formas de interação breves e intuitivas que possam expandir o próprio entendimento do que significa *glanceability* para utilizadores cegos. Desta forma, queremos promover uma experiência de monitorização mais eficiente e autónoma, tal como acontece no mundo visual.

1.3 Abordagem

Esta investigação adota uma abordagem exploratória e iterativa centrada no utilizador, com o objetivo de compreender formas acessíveis de interação *glanceable* para pessoas cegas. O processo de investigação foi dividido em quatro etapas complementares.

Inicialmente realizou-se uma revisão da literatura sobre tecnologias de monitorização de saúde, acessibilidade digital e *glanceability*, o que permitiu identificar tanto limitações, como lacunas e trabalhos relevantes já existentes na área.

Numa segunda fase, foram discutidos e refinados os princípios de design relacionados com a acessibilidade e a *glanceability*. Com base na revisão da literatura, foi possível compreender alguns elementos considerados essenciais (nomeadamente mecanismos de integração e de abstração da informação) e de que forma poderiam ser adaptados para pessoas cegas.

Com base nestes resultados, realizou-se uma série de entrevistas exploratórias nas quais se procurou compreender aspetos como as necessidades, as expectativas e os desafios enfrentados por

utilizadores cegos ao interagir com dados de saúde, bem como explorar novas possibilidades de design, como abordagens baseadas em sons musicais progressivos ou paisagens sonoras familiares para representar níveis de atividade de forma breve e acessível.

Por fim, conduziu-se um caso de estudo também de carácter exploratório, no qual os participantes foram convidados a imaginar e discutir diferentes cenários de utilização de uma tecnologia deste tipo, o que permitiu refletir sobre potenciais contextos de aplicação e validar o valor prático das ideias desenvolvidas.

1.4 Contribuições

As principais contribuições desta tese são:

1. **Análise do estado da arte** sobre monitores de atividade física, o seu uso e acessibilidade dos mesmos por pessoas cegas e glanceability, identificando limitações e oportunidades para interações não visuais.
2. **Reinterpretação do conceito de glanceability** para contextos auditivos, através da exploração de princípios glanceable, resultando na identificação de possíveis estratégias de design e considerações fundamentais para interações glanceable sem recurso à visão.
3. **Estudo empírico com pessoas cegas**, incluindo entrevistas e um caso de estudo, para compreender necessidades reais e testar potenciais formas de interação glanceable acessível.
4. **Proposta de princípios e diretrizes de design** para apoiar o desenvolvimento de tecnologias de monitorização de saúde acessíveis, incorporando interações glanceable não visuais.

1.5 Estrutura do documento

Este documento está organizado em sete capítulos, sendo eles:

- **Capítulo 1 - Introdução:** apresenta o enquadramento do tema, as motivações e os desafios que deram origem a esta investigação. São também descritos os objetivos e as principais contribuições da tese, bem como a abordagem metodológica adotada.
- **Capítulo 2 - Trabalho Relacionado:** descreve o estado da arte relevante para a investigação e apresenta estudos anteriores e conceitos fundamentais que sustentam o desenvolvimento do trabalho.
- **Capítulo 3 - Exploração de Abstrações Não Visuais e Considerações de Integração:** apresenta os fundamentos teóricos e conceptuais que orientaram o processo de design, explorando desta forma os princípios de acessibilidade e interações breves aplicadas ao contexto da monitorização de saúde para pessoas cegas.

- **Capítulo 4 - Estudo 1: Preferências e Percepções de Feedback Ganceable:** descreve o primeiro estudo empírico realizado com foco na compreensão das necessidades e experiências de utilizadores cegos.
- **Capítulo 5 - Estudo 2: Exploração de Cenários Não Visuais de Feedback Ganceable:** apresenta o segundo estudo, de carácter exploratório, centrado na simulação de cenários práticos de interação com feedback auditivo e háptico e na recolha de percepções e sugestões dos participantes.
- **Capítulo 6 - Discussão:** integra e analisa criticamente os resultados dos dois estudos.
- **Capítulo 7 - Conclusão:** sintetiza os contributos e resultados alcançados, discute as limitações do trabalho e propõe direções futuras para a investigação e para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais inclusivas.

Capítulo 2

Trabalho Relacionado

Primeiramente nesta secção, examinamos as soluções atuais de monitorização de saúde. Em seguida, destacamos as pessoas cegas, investigando as suas práticas no uso de dispositivos de monitorização de saúde, bem como as principais dificuldades e barreiras que enfrentam ao utilizar estas tecnologias. Posteriormente, fala-se de um dos principais problemas existentes: a visualização de dados. Sendo este um dos métodos principais para o uso de monitores de saúde, possui a desvantagem de ser, maioritariamente, construído por elementos visuais, o que impede o uso destas tecnologias por parte de pessoas cegas. Por fim, discutiremos o conceito de *glanceability* e a importância de ambient displays, analisando alguns dos trabalhos já existentes.

2.1 Monitorização de Saúde

O rastreio da saúde emergiu como uma prática crucial para a promoção do bem-estar e para a monitorização da saúde pessoal, impulsionado pelo crescente desenvolvimento tecnológico. Os monitores de atividade física ajudam os utilizadores a rastrear aspectos da sua saúde como passos dados, frequência cardíaca, padrões de sono entre outros. Um estudo anterior [38], apresenta um modelo que detalha como o uso destas tecnologias é feito em cinco fases principais: Preparação, Recolha, Integração, Reflexão e Ação.

Preparação: Nesta fase, os utilizadores decidem quais os aspetos da sua saúde que desejam monitorizar e escolhem os dispositivos mais adequados para isso.

Recolha: Uma vez selecionados os dispositivos, recolhe-se os dados. Os sensores integrados nos dispositivos capturam informações contínuas sobre atividades e sinais vitais em tempo real.

Integração: Após a recolha, os dados precisam de ser organizados para análise.

Reflexão: Com os dados organizados, os utilizadores podem analisá-los através de gráficos e relatórios que mostram tendências ao longo do tempo. Esta etapa é crucial para compreender os padrões de saúde e identificar áreas de melhoria.

Ação: Finalmente, com base nas reflexões, os utilizadores podem ajustar os seus comportamentos de saúde. Isto pode incluir mudanças nas suas rotinas ou hábitos para melhorar o bem-estar geral.

O modelo destaca que dificuldades em qualquer uma destas fases podem comprometer o sucesso do processo como um todo. Por exemplo: falhas na recolha consistente de dados podem levar a reflexões imprecisas e ações menos eficazes. Assim, entender e otimizar cada fase é essencial para um bom design dos monitores de atividade física.

Depois de percebermos como funcionam os monitores de saúde é importante perceber o porquê das pessoas os utilizarem. De acordo com o artigo [23], as motivações que levam as pessoas a monitorizar a sua própria saúde por meio de sistemas de informação são:

Autoentretenimento: A monitorização de dados pessoais pode assumir uma dimensão lúdica, em que o ato de recolher, visualizar ou explorar dados se torna, por si só, uma fonte de prazer. A interação com números, estatísticas e padrões do próprio comportamento promove envolvimento.

Autoassociação: A monitorização permite aos utilizadores situarem-se em relação a outros, através da comparação de dados e desempenhos dentro de uma comunidade. Este processo não está necessariamente ligado a um sentimento de pertença, mas antes à compreensão da própria individualidade em contexto social, ajudando os utilizadores a interpretar quem são e como se diferenciam a partir da observação dos outros.

Autocura: A recolha sistemática de dados pessoais pode apoiar a procura de alternativas individualizadas e refletir uma postura crítica em relação ao sistema de saúde tradicional. Ao monitorizar sintomas e comportamentos, os utilizadores procuram estabelecer relações causais relevantes para si, reforçando a autonomia na gestão da sua saúde e a capacidade de dialogar com profissionais com base em evidência pessoal.

Auto-otimização: A monitorização sustenta o desejo de otimizar e controlar diferentes aspetos da própria vida, permitindo compreender como variáveis do quotidiano influenciam o desempenho físico e mental. Neste sentido, os dados funcionam como uma ferramenta de auto experimentação, através da qual os utilizadores ajustam comportamentos e tomam decisões informadas com vista à melhoria contínua.

Autodisciplina: A monitorização contribui para a definição e acompanhamento de objetivos pessoais, funcionando como um mecanismo de reforço motivacional. A visibilidade do desempenho ao longo do tempo pode facilitar a persistência, a autorregulação e a auto-recompensa, ajudando os utilizadores a manterem-se comprometidos com metas previamente estabelecidas.

Estudos anteriores identificaram características que contribuem para a expansão deste tema. A investigação revela que a definição de objetivos está associada a um aumento significativo na motivação e no compromisso das tarefas a serem realizadas [23, 44]. Para tal, estas tecnologias facilitam a definição e o alcance dessas metas, incorporando recursos como lembretes, notificações ou recompensas. Foi também abordada em outros artigos uma vertente social e de entretenimento, proporcionada pela monitorização de saúde. Os dispositivos de monitorização de saúde promovem o controlo sobre a vida quotidiana pessoal e a conexão social, possibilitando o entretenimento e a diversão dos utilizadores [23]. Este compromisso social é particularmente eficaz, devido à possi-

bilidade de compartilhar resultados com amigos e familiares e, assim, ajudar a manter a motivação e incentivando as pessoas a permanecerem ativas e comprometidas com os seus objetivos de saúde [44].

No entanto, apesar dos aspetos positivos associados ao tema, a monitorização de saúde está em crescimento e traz consigo algumas considerações importantes a serem levadas em conta. Embora as tecnologias de rastreio sejam eficazes para monitorizar indicadores físicos, estas ainda apresentam lacunas significativas de acessibilidade que podem impactar emocionalmente os utilizadores, criando alguma frustração quando as metas não são atingidas (como o número de passos diários ou horas de sono).[18, 23, 44]. Mesmo os pacientes motivados podem, ou não, sentir os efeitos negativos dessa frustração no seu estado de saúde e o fácil acesso aos dados pode incentivá-los a autodiagnosticarem-se, o que é arriscado e não substitui a orientação médica [18, 23].

2.2 Monitorização de Saúde e Pessoas Cegas

Nesta secção, discutiremos o uso de monitores de saúde por pessoas cegas e algum do trabalho existente sobre o tema, destacando as práticas comuns adotadas para superar limitações de acessibilidade e analisando em conjunto as principais barreiras enfrentadas por estas pessoas. Serão examinadas as estratégias sensoriais e tecnológicas que facilitam a interação com estes dispositivos, bem como os desafios que ainda limitam a eficácia destas tecnologias para utilizadores com deficiência visual.

2.2.1 Práticas Adotadas

O uso de monitores de saúde por pessoas cegas apresenta tanto desafios como práticas adaptativas específicas para maximizar o benefício destas tecnologias. Apesar das barreiras de acessibilidade e usabilidade que enfrentam, as pessoas cegas desenvolvem estratégias para utilizar estes dispositivos. Primeiramente, uma das práticas a compreender é perceber de que forma é que estas tecnologias são descobertas e integradas no seu dia-a-dia. Os participantes presentes no estudo realizado no artigo [36], relataram que descobriram as tecnologias de saúde pessoal principalmente através de recomendações de organizações dedicadas a pessoas cegas, além de podcasts, blogs especializados e interações com colegas da comunidade. A troca de informações dentro dessas redes revelou-se crucial para se manterem atualizados sobre as melhores opções disponíveis. Além disso, alguns dos participantes adotaram uma abordagem de pesquisa independente, onde os mesmos realizavam uma pesquisa na internet e exploravam app stores para encontrar novas tecnologias. Nesse processo, focavam-se inicialmente nas funcionalidades gerais dos dispositivos antes de considerar aspectos de acessibilidade. No entanto, surgiam desafios significativos na avaliação da acessibilidade devido à falta de informações claras nas descrições dos produtos, o que dificultava a tomada de decisões informadas. Por isso, após identificar potenciais sistemas, os participantes realizavam frequentemente testes de acessibilidade por conta própria, avaliando quais dos dispositivos e aplicações se integravam melhor.

Após compreender o modo como as pessoas cegas descobrem e selecionam as tecnologias de saúde pessoal, é importante explorar a forma como é feita a interação com estes dispositivos no seu dia-a-dia. A interação com monitores de saúde envolve práticas que muitas vezes dependem de assistência externa, principalmente em idades mais avançadas [58]. Grande parte dos utilizadores precisa da ajuda de amigos, familiares ou das comunidades online para superar os obstáculos encontrados e aprender a utilizar corretamente as funcionalidades existentes. Este apoio mútuo é fundamental e resulta num ambiente rico de partilha de ideias e soluções presente em blogs, fóruns e redes de suporte [36, 50]. Além disso, as pessoas cegas fazem uso e apelam recorrentemente à compatibilidade de leitores de ecrã para navegar nas suas aplicações [50, 53, 47], ao mesmo tempo que aplicam o seu conhecimento prévio sobre navegação e entrada de dados em novas interfaces, de modo a conseguirem uma interação simplificada [36]. Aproveitam ainda padrões comuns de interação, para facilitar o uso. Contudo, essa interação pode ser complicada se a interface dos dispositivos não apresentar elementos claramente rotulados ou descritivos, o que torna o entendimento dos botões e menus um processo desafiador e, por vezes, frustrante [53].

2.2.2 Barreiras

Apesar do uso de estratégias e práticas adaptativas desenvolvidas pelas pessoas cegas para interagir com monitores de saúde, ainda existem várias barreiras significativas que dificultam uma experiência de uso eficaz e inclusiva.

Um dos obstáculos mais comuns enfrentados por pessoas cegas ao utilizar estes dispositivos é a incompatibilidade com leitores de ecrã, agravada pela ausência de alternativas textuais adequadas e a falta de feedback auditivo eficiente [36, 11, 37]. Para pessoas cegas, os leitores de ecrã são ferramentas indispensáveis, pois transformam o conteúdo visual em descrições auditivas, permitindo a navegação e a interação com interfaces digitais. No entanto, quando os monitores de saúde não são projetados para funcionar de forma íntegra com estas tecnologias, as dificuldades para obter informações críticas tornam-se extremamente desafiadoras. Por exemplo, a falta de descrições adequadas para botões essenciais impede que os leitores de ecrã forneçam as indicações necessárias [36, 53, 11], o que faz com que os utilizadores não conheçam todas as funcionalidades disponíveis e se sintam perdidos na aplicação [50]. Além disso, o custo deste ou outros equipamentos acessíveis representa uma barreira financeira considerável. Grande parte dos dispositivos que oferecem um suporte apropriado para pessoas com deficiência visual possui um preço elevado, o que dificulta a sua aquisição e restringe o acesso a tecnologias essenciais [37].

Os métodos de entrada de dados, representam também um desafio significativo para pessoas cegas que utilizam dispositivos de rastreio de saúde [36, 11]. Muitas destas tecnologias dependem de interfaces que não são intuitivas ou que exigem precisão visual, tornando o processo de recolha de dados complicado e frustrante. Por exemplo, ao tentar registar dados como o peso, a ingestão calórica ou detalhes sobre atividade física, os utilizadores podem deparar-se com campos de entrada que não têm uma estrutura intuitiva. Além disso, a ausência de suporte tátil ou feedback auditivo adequado torna difícil garantir que as informações são inseridas corretamente. Quando o

design da interface exige que o utilizador toque em locais específicos do ecrã com precisão, sem opções de orientação ou confirmação sonora, a chance de erros aumenta consideravelmente.

Além disso, outro obstáculo identificado numa recente investigação [36] é o facto de grande parte dos monitores e aplicações de saúde serem desenvolvidos com modelos de monetização que incluem anúncios ou recursos pagos. Estes elementos são compreensíveis, considerando que o desenvolvimento e a manutenção destas tecnologias exigem investimento, e as empresas precisam de conceber receita para sustentar as suas operações [36]. Um problema crítico que surge devido a esta monetização é a perda de dados [36]. A presença de pop-ups e anúncios que aparecem durante o uso pode ser altamente prejudicial, pois muitas das vezes estes elementos bloqueiam o acesso à interface ou exigem uma ação precisa para serem fechados, algo que é extremamente difícil, ou até mesmo impossível, sem o auxílio da visão. Quando um anúncio interrompe uma sessão de rastreio e o utilizador não consegue interagir adequadamente para o remover, pode existir uma perda de dados valiosos [36].

Outro desafio enfrentado pelos utilizadores cegos de monitores de saúde é a forma como estes descobrem se uma aplicação é ou não acessível [36, 37]. Muitas vezes, os utilizadores não têm acesso a informações claras sobre quais são as tecnologias de saúde pessoal que são acessíveis ou funcionais para as suas necessidades específicas. Isto leva a que tenham frustrações constantes com tentativas e erros ao procurar sistemas adequados que possam realmente ser utilizados de forma eficiente. Este problema é agravado pela falta de transparência das descrições de produtos, que omitem frequentemente detalhes sobre a compatibilidade com tecnologias de assistência, como leitores de tela. A ausência de informação sobre acessibilidade pode deixar os utilizadores inseguros e desmotivados, isto porque só descobrem se uma aplicação é funcional após descarregar a mesma, o que consome tempo e cria incertezas. Este processo não só prejudica a confiança dos utilizadores, mas também reforça a sensação de que as suas necessidades não são devidamente consideradas durante o desenvolvimento de soluções. Ademais, as mudanças frequentes nas interfaces, provocadas por atualizações de software, representam outro obstáculo significativo [50]. Estas atualizações podem alterar completamente a forma como os utilizadores interagem com os dispositivos, forçando-os a reaprender funcionalidades e adaptarem-se a novas configurações.

A necessidade de apresentar uma vasta gama de dados de saúde recolhidos pelos monitores de saúde resulta, muitas vezes, numa sobrecarga de informação [36]. Embora seja essencial expor e visualizar estas informações detalhadas, a apresentação destes dados em formatos complexos ou sem uma estrutura intuitiva pode ser opressiva. Quando os monitores de saúde exibem uma quantidade excessiva de informações sem categorização ou organização claras, os utilizadores cegos enfrentam dificuldades para refletir e analisar os dados recolhidos. Assim, o rastreio de saúde, que deveria ser uma ferramenta útil, torna-se uma tarefa cansativa e muitas vezes desmotivadora, levando alguns a questionarem-se sobre a confiabilidade da recolha dos dados e provocando um desinteresse pelo uso dos dispositivos [37, 11].

Apesar das inúmeras barreiras que enfrentam, as pessoas cegas continuam a utilizar monitores de saúde por várias motivações. Segundo a investigação [36], estas incluem a sensação de evolução

no domínio da tecnologia e na gestão da própria saúde ao longo do tempo e, com melhorias significativas de acessibilidade, existe uma motivação a persistir no uso destas ferramentas. A procura por uma maior independência desempenha um papel crucial no uso contínuo destas tecnologias, isto porque muitos valorizam a capacidade de monitorizar a sua saúde de forma autónoma. Mesmo diante das dificuldades, a satisfação em poder rastrear informações de saúde essenciais compensa as limitações e lacunas existentes e os participantes destacaram ainda que as suas necessidades médicas superam muitas vezes os desafios de acessibilidade.

2.3 Visualização de Dados

Neste capítulo, abordamos o tópico da visualização de dados, evidenciando os problemas e desafios significativos de acessibilidade representados pelo tema. A visualização de dados é o processo de representar informações complexas em formatos gráficos com o objetivo de facilitar a compreensão e a análise de grandes volumes de dados [3, 52]. Esta prática, que remonta a representações visuais usadas desde a pré-história, evoluiu significativamente com o avanço da computação gráfica, tornando-se uma ferramenta essencial em diversas áreas incluindo a ciência, economia e comunicação. A visualização de dados integra princípios de design e psicologia para permitir que quem toma decisões identifique padrões, compreendam informações complexas e desenvolvam conhecimentos a partir de dados visualmente acessíveis, apoiando tanto a pesquisa científica quanto a tomada de decisões práticas [3].

2.3.1 Visualização de Dados em Monitores de Saúde

A maior parte dos monitores de saúde depende da visualização de dados para transmitir informações importantes da sua atividade física.

Investigações anteriores [7, 8, 59] exploraram quais são os elementos visuais mais eficazes para facilitar uma rápida percepção e compreensão dos dados, especialmente em monitores de atividade física e outras aplicações de visualização de dados. Os resultados mostraram que os métodos mais utilizados para representar estas informações incluem gráficos de barras, gráficos do tipo "donut" e gráficos radiais. Estes formatos são amplamente populares devido à sua capacidade de apresentar dados de maneira intuitiva e visualmente organizada, tornam-se ainda mais eficazes, permitindo que os dados principais sejam percebidos rapidamente, mesmo com interações breves, otimizando a experiência do utilizador em dispositivos que exigem atenção instantânea e interações curtas.

Ao comparar os diferentes tipos de gráficos observou-se que, por norma, os gráficos de barras são os mais rápidos de interpretar, facilitando a identificação de padrões e comparações de maneira eficiente [7, 8, 59]. É também de realçar que existe um impacto da idade no desempenho da interação com estes diferentes tipos de visualizações [59]. Além disso, acrescentou-se que as representações visuais, como gráficos de barras e radiais, superam as representações textuais em termos de velocidade e precisão, tornando-se ferramentas essenciais para fornecer informações claras e impactantes em interações rápidas [8].

A interação é feita utilizando diferentes estratégias: muitos relataram que, ao usar gráficos do tipo donut, rapidamente tentavam visualizar o gráfico como um todo, enquanto que com os gráficos radiais tendiam a focar-se num único elemento e estimar o seu valor [59]. Outros participantes descreveram ainda estratégias, como por exemplo: concentrarem-se na forma geral dos gráficos ou apenas num dos alvos destacados, adaptando as suas abordagens conforme a complexidade e a estrutura da visualização [7]. Investigações anteriores também revelaram que existem algumas distrações que podem influenciar o desempenho na interpretação das visualizações, o que não se aplica a, por exemplo, um relógio analógico (motiva o utilizador a visualizar o monitor de saúde) que, apesar de aumentar a complexidade visual do ecrã, não tem tanto impacto sobre a capacidade de interpretar rapidamente as informações pelos utilizadores. No entanto, é importante realçar que existem outras distrações, como animações ou uma grande quantidade de dados, que ainda precisam de ser melhor analisadas, pois podem ter diferentes efeitos sobre o seu desempenho [7].

2.3.2 Desafios Gerais da Visualização de Dados

Este tema apresenta desafios, uma vez que a visualização de dados traz consigo a sua complexidade. Um artigo previamente escrito [35] discute a crescente importância dos dados de saúde criados digitalmente e os desafios associados ao uso de grandes volumes de dados relativos à saúde. Os autores argumentam que, apesar das promessas dos métodos de big data, muitas vezes não se considera os pressupostos conceptuais que dão significado aos dados sociais e comportamentais, destacando três problemas principais: a sobrecarga de dados, o hubris dos dados (confiança exagerada na capacidade dos dados nos fornecerem respostas definitivas para problemas complexos) e a opacidade dos dados. Definem ainda "health data sense-making" como uma solução ao permitir a capacidade de integrar abordagens teóricas e orientadas por dados para processar diferentes tipos de dados de saúde, procurando traduzir novas descobertas em resultados de saúde tangíveis.

Um outro problema é a apresentação de grandes volumes de informação em ecrãs pequenos, como as de relógios inteligentes e telemóveis, esta quantidade de informação pode comprometer a clareza e a acessibilidade dos dados, tornando-se um desafio significativo e exigente [24, 28, 46, 45], ainda para mais se forem monitores de saúde que necessitem de ser utilizados em movimento [32]. Para lidar com a sobrecarga de informações em telas pequenas, já existem algumas técnicas de design, tais como: técnicas de compressão e simplificação. A compressão reduz a quantidade de dados exibidos, destacando apenas as informações essenciais e ocultando detalhes que não são tão necessários [45, 46]. Por outro lado, a simplificação transforma dados complexos em representações mais claras e diretas, utilizando elementos visuais minimalistas (como gráficos e ícones intuitivos) para facilitar a compreensão rápida sem exigir grandes interações do utilizador [45]. Estas abordagens tornam a visualização de dados mais acessível e funcional em dispositivos com espaço de tela limitado.

2.3.3 Barreiras Específicas para Pessoas Cegas

Sendo estes alguns dos desafios enfrentados por pessoas normovisuais, e já com algumas técnicas que ajudam a otimizar a visualização de dados, estes ajustes não resolvem os desafios enfrentados por pessoas cegas. As pessoas cegas tendem a espacializar os dados mentalmente, utilizando a percepção tátil e auditiva para interpretar informações que, tradicionalmente, são apresentadas de forma visual. No entanto, a espacialização de dados de saúde pode ser desafiante, especialmente quando as representações visuais não são acessíveis e a maior parte das soluções não envolve feedback multissensorial [21]. Embora a transformação de visualizações em representações táteis ou sonoras possa facilitar a compreensão, a falta de ferramentas adequadas e a complexidade dos dados ainda representam barreiras significativas para a análise eficaz destas informações [17]. Para as pessoas cegas, a enorme dependência dos monitores de saúde em transmitir informações por meio de representações visuais é um dos maiores desafios. A falta de adaptação das visualizações de dados para formatos acessíveis representa uma barreira significativa para a inclusão digital e para a autonomia das pessoas cegas na gestão da sua saúde [41, 49, 21, 12, 30].

Os monitores de saúde são, por norma, visualizados através de ecrãs táteis. Esta interação em dispositivos com ecrãs táteis pode ser complicada para pessoas cegas e a exploração tátil não oferece a mesma riqueza de informações que a visualização, uma vez que a falta de feedback sensorial adequado dificulta a compreensão da distribuição e da densidade dos dados [12]. Além disso, a falta de familiaridade com representações alternativas de dados também é um obstáculo significativo. Mesmo quando as visualizações são adaptadas para formatos acessíveis, muitas vezes as pessoas cegas não têm a mesma familiaridade com esses modelos, limitando ainda mais a eficácia na compreensão das informações [12, 30]. Este desafio está, em parte, relacionado com a necessidade de aprender novas formas de representar dados, uma vez que as convenções de representação visual (como gráficos) são amplamente utilizadas e ensinadas, enquanto que as alternativas táteis e sonoras ainda são pouco difundidas. Além disso, a complexidade destas representações pode introduzir barreiras de aprendizagem significativas, sobretudo quando não são desenhadas de forma acessível e inteligível, limitando assim a compreensão e o uso eficaz da informação por parte das pessoas cegas [41].

2.3.4 Soluções Emergentes para Visualização Acessível

Uma solução já pensada que ajuda na visualização de dados por parte de pessoas cegas seria a utilização de outros sentidos ao utilizar uma substituição sensorial, que combina uma interação tátil com feedback auditivo. No caso, o "TactualPlot"[12] permite que os utilizadores cegos explorem gráficos de dispersão 2D, recebendo informações sobre a densidade dos dados através dos seus dedos ao mesmo tempo que ouvem as diferentes intensidades sonoras correspondentes, o que facilita a identificação de padrões e tendências em conjuntos de dados complexos. A pesquisa foi fundamentada com um processo de design participativo em conjunto com um colaborador cego, o que resultou num protótipo que foi avaliado em comparação com gráficos táteis tradicionais, destacando a eficácia do TactualPlot como uma solução acessível e dinâmica para a exploração de

dados, especialmente em contextos de saúde e educação [12].

Um outro método explorado para a ajuda na visualização de dados por parte de pessoas cegas combina ecrãs Táteis com agentes conversacionais (IA) (Figura 2.1) [49], permitindo uma interação multimodal/multisensorial que integra toque, gestos e fala. Os resultados mostraram uma clara preferência pela combinação de ecrãs táteis com os agentes conversacionais em comparação ao uso isolado de cada tecnologia ou gráficos táteis tradicionais, destacando a eficácia da abordagem híbrida. Os padrões de interação variaram conforme a tarefa e a experiência dos participantes, com o toque sendo predominante na exploração inicial dos gráficos e a fala e os gestos sendo usados para identificar valores ou padrões específicos. A interação multimodal revelou-se especialmente útil em tarefas onde o feedback tátil não era suficiente para fornecer informações detalhadas. Os participantes com maior experiência em gráficos táteis demonstraram mais facilidade na interpretação dos dados, enquanto que aqueles com menos experiência dependeram mais do agente conversacional [49].



Figura 2.1: **TactualPlot** (a) Gráfico de barras que mostra o armazenamento de água ao longo de um período de 27 anos; (b) O mesmo gráfico de barras renderizado na solução; e (c) Funcionalidades permitidas aos utilizadores.

Tal como a complexidade dos dados é um desafio para pessoas normovisuais, para pessoas cegas torna-se um problema ainda mais acentuado, especialmente quando esses dados envolvem múltiplas dimensões ou grandes volumes de informações. Representar dados complexos de forma tátil ou auditiva pode ser extremamente difícil, pois a interpretação de padrões e tendências, especialmente em dados multidimensionais (2D ou 3D), depende fortemente de uma representação visual clara. [12, 21].

Uma outra solução estudada, apesar de um pouco mais antiga, é o uso de uma interface háptica, que torna a informação digital tangível e acessível [21]. O principal desafio abordado é a limitação na quantidade de informações que podem ser percebidas através do tato, em comparação com a visão. Para superar esta barreira, foi desenvolvido um sistema que combina saídas de voz com propriedades táteis, como fricção e textura, para enriquecer a compreensão dos dados. O sistema mostrou-se também eficaz na representação de dados em múltiplas dimensões, incluindo tanto estruturas 2D quanto ambientes 3D, ampliando significativamente as suas aplicações. A solução foi implementada utilizando o dispositivo de interface háptica PHANToM, um sistema de feedback de força que permite aos utilizadores sentirem interações com dados num ambiente virtual. Assim, o dispositivo simula resistência e força, proporcionando uma experiência sensorial que permite "tocar" e "sentir" os dados. As melhorias introduzidas, como a adição de texturas associadas aos dados e o uso de saídas de voz para descrever informações detalhadas, demonstraram aumentar

significativamente a eficácia da visualização para quem o utilizava [21].

2.3.5 Sonificação aplicada à Acessibilidade e Monitorização de Saúde

A sonificação tem sido amplamente explorada como uma alternativa ou um complemento às interfaces visuais, o que oferece uma forma eficaz de transmitir informação através do som. Segundo a definição clássica [34], a sonificação consiste na tradução sistemática de dados para sinais auditivos com o objetivo de comunicar padrões, eventos ou propriedades dos dados de forma não-visual. Este campo ganhou uma relevância particular na investigação em acessibilidade e tecnologias assistivas, uma vez que o sistema auditivo humano é altamente sensível à variação temporal, a mudanças subtis e de ritmo. Isto torna o som uma modalidade eficiente para interações breves e rápidas.

Fundamentos da Sonificação

A sonificação baseia-se na manipulação de parâmetros acústicos que correspondem a variáveis dos dados. O livro "Sonification Handbook" [29] destaca diversos tipos de sonificação, entre os quais:

- **Auditory Icons** - caracterizam-se como sons inspirados no mundo real [22, 29] que representam ações ou estados através de metáforas sonoras intuitivas. São intuitivos porque já reconhecemos o som e rapidamente percebemos o seu significado.
- **Earcons** - sons abstratos e simbólicos [9, 29] como pequenos padrões musicais, organizados em estruturas hierárquicas e usados para codificar eventos discretos.
- **Parameter Mapping Sonification** - a forma mais comum, onde as variáveis (ex.: frequência cardíaca) são traduzidas em parâmetros auditivos como pitch, intensidade, timbre ou ritmo [29].
- **Model-Based Sonification** - sons criados a partir de modelos físicos dos dados como expressões matemáticas, por consequência adequados para exploração dinâmica [29].

A percepção humana é particularmente eficiente na identificação de padrões auditivos rápidos [57], como variações de ritmo ou de *pitch*, o que confere à sonificação um potencial significativo para interações *glanceable*, ou seja, interações de curta duração para percepção imediata de informação.

Sonificação na Acessibilidade e Interação Não-Visual

No contexto da acessibilidade, a sonificação tem sido utilizada para apoiar a navegação, a leitura de gráficos, a interpretação de tendências e a monitorização ambiental. Estudos mostram-nos que os utilizadores cegos conseguem interpretar dados sonificados com uma elevada precisão, especialmente quando os mapeamentos auditivos respeitam metáforas naturais [29].

- **Redução da dependência da leitura de ecrã** o que oferece interações mais rápidas.
- **Comunicação contínua ou passiva**, ou seja, a informação “chega” ao utilizador sem necessitar de uma navegação visual.
- **Interpretação de padrões temporais** que seriam difíceis de representar visualmente.
- **Adequação a dados dinâmicos**, como variações de frequência cardíaca, passos ou níveis de atividade.

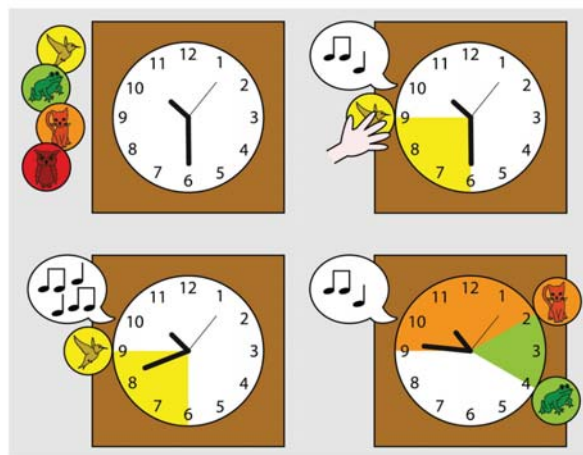


Figura 2.2: **CawClock** Ilustração do design de interação periférica

Diante deste cenário já existem propostas de soluções, um exemplo é o “CawClock” [6], um relógio 2.2 que combina marcas visuais físicas com soundscapes associadas para fornecer consciência periférica sobre a duração de atividades em contexto educativo. Cada intervalo é representado por um som de animal (como vacas, sapos ou pássaros) que evoluem gradualmente durante o período, permitindo ao utilizador perceber que o intervalo está ativo sem olhar diretamente para o relógio. Os estudos mostraram que este uso do áudio é eficaz para indicar o estado geral do tempo, embora a estimativa precisa da duração continue a exigir confirmação visual.

Um contributo adicional para este domínio surge no trabalho “Sounds Like Home” [4], que demonstra como objetos físicos podem comunicar informação através de sonificação subtilmente percebidos na periferia da atenção. Os autores mostram que padrões sonoros simples (como gotas de água com intensidade crescente ou o deslocar de berlindes) permitem transmitir de forma não intrusiva, diferentes estados do ambiente doméstico, incluindo quantas pessoas estão em casa e há quanto tempo permanecem no espaço.

O projeto “Infosonics”[30] propõe uma forma acessível de apresentar infográficos a pessoas cegas através de sonificação. Cada conjunto de dados é representado por uma faixa de áudio distinta, complementada por uma introdução sintetizada em fala que explica como interpretar os sons e por uma faixa de anotações que destaca pontos relevantes. A interface web permite controlar facilmente a reprodução e selecionar as faixas desejadas. No estudo demonstrado, dados da

COVID-19 foram sonificados (casos, recuperações e mortes) com sons diferenciados, permitindo aos utilizadores construir uma compreensão clara da evolução dos valores.

Sonificação para Monitorização de Saúde

A sonificação tem sido aplicada em vários domínios da saúde e do biofeedback e tem demonstrado resultados consistentes. Estudos indicam, por exemplo, que:

- *A sonificação da frequência cardíaca* pode ajudar os utilizadores a perceberem variações fisiológicas através de pitch ou ritmo, como mostrado nesta revisão sistemática sobre sonificação biomédica [16].
- *A sonificação de padrões respiratórios* o estudo demonstra eficácia no treino respiratório e em terapias que exigem regulação do ritmo [29].
- *A monitorização contínua com sons discretos* aplicada em sistemas de deteção de eventos fisiológicos, onde alertas auditivos permitem acompanhar o estado de forma rápida e sem contacto visual, como em aplicações clínicas de vigilância contínua [54].

Além destas aplicações consolidadas, uma investigação recente tem aprofundado a compreensão do esforço cognitivo associado à interpretação de sonificações, um aspeto crítico para contextos de monitorização contínua. Os investigadores [55] demonstram que diferentes parâmetros acústicos (como pitch, timbre ou intensidade) influenciam de forma significativa a carga cognitiva dos utilizadores. Os autores mostram que mapeamentos simples, particularmente baseados em variações de frequência, tendem a ser mais facilmente interpretáveis do que combinações multidimensionais ou sons com estruturas tímbricas complexas. Estes resultados oferecem contributos relevantes para o design de sonificações destinadas à saúde e garantir a eficácia em contextos de interações rápidas e de uso prolongado.

Estas são algumas das abordagens que mostram as possibilidades no uso da sonificação na monitorização de saúde.

2.4 Ganceability

Investigação recente demonstra que pessoas interagem com monitores de atividade física maioritariamente em sessões curtas, com mais de 70% dessas interações sendo classificadas como "glances" – sessões rápidas de cerca de 5 segundos, onde verificam os seus dados de saúde sem realizar quaisquer tipos de interações adicionais [24]. Esta é importante pois permite a rápida compreensão de informações, melhorando a eficiência e experiência do utilizador.

Numa outra investigação com o mesmo autor [26], os exemplos apresentados reforçam esta noção através de conceitos como o TickTock e o Normly, mostrados na Figura 2.3. O TickTock utiliza um design temporal circular para representar, de forma imediata, os períodos de atividade da última hora, permitindo ao utilizador compreender o seu desempenho recente com um único

olhar. Já o Normly oferece uma comparação visual direta entre o progresso do utilizador e o de outras pessoas com objetivos semelhantes, revelando de forma instantânea se está acima, ou abaixo da mesma. Ambos os conceitos demonstram como representações visuais e de baixa complexidade cognitiva tornam o feedback rapidamente interpretável, constituindo exemplos claros de *glanceable* feedback.



Figura 2.3: TickTock (à esquerda) e Normly (à direita), dois dos conceitos desenvolvidos em [26].

2.4.1 Aplicações de *glanceability* e Ambient displays

Existem diversas aplicações de *glanceability* no mundo real, especialmente em dispositivos e contextos onde as interações rápidas são necessárias para garantir a eficiência e a conveniência do utilizador.

Um exemplo interessante é o sistema UbiFit Garden (figura 2.4)[14], que combina sensores corporais e interpretação de atividades para incentivar a prática de exercícios físicos. Este sistema integra um dispositivo de fitness, uma aplicação interativa e uma exibição visual que utiliza a metáfora de um jardim que floresce conforme os utilizadores vão alcançando os seus objetivos. Os participantes que utilizaram esta aplicação realizaram uma variedade de atividades, nomeadamente cardio, resistência e flexibilidade e as reações ao sistema foram muito positivas, com muitos participantes a referirem que a representação visual do progresso, simbolizada pelo florescer do jardim, era altamente motivadora e aumentava a conscientização para a maior realização de atividade física. O sucesso do UbiFit Garden ilustra o potencial das representações simbólicas e intuitivas para motivar os utilizadores a alcançar objetivos e monitorizar o progresso de forma clara e envolvente.

Complementando as aplicações de *glanceability*, surge o Breakaway [33], um sistema projetado para ajudar as pessoas a combater os efeitos do sedentarismo em ambientes de trabalho. Desenvolvido para incentivar pausas regulares, o Breakaway utiliza sensores que monitorizam o tempo em que o utilizador permanece sentado e reage de maneira subtil ao alterar a posição de uma escultura colocada sobre a mesa. Esta abordagem procura chamar a atenção de forma delicada, sem interromper o fluxo do trabalho. Os objetivos de design do Breakaway foram moldados



Figura 2.4: **UbiFit Interface glanceable.** a) no início da semana – pequenas borboletas indicam objetivos alcançados; a ausência de flores significa que não existiu nenhuma atividade nesta semana; b) um jardim com variedade de exercícios/atividade física ; c) a exibição num telemóvel – a grande borboleta indica que o objetivo desta semana foi alcançado.

para equilibrar a funcionalidade e a comodidade ao mesmo tempo que se adota uma exibição abstrata, utilizando movimentos para sensibilizar o utilizador sobre o sedentarismo sem apresentar dados numéricos. Este é um objeto não intrusivo que permite aos utilizadores seguirem as suas tarefas sem distrações desnecessárias. Além disso, o Breakaway é um objeto que foi desenhado para ser exposto em público e garantir a sua exibição confortável em ambientes como escritórios. Caracteriza-se ainda como estético, funcionando como um objeto bonito e visualmente integrado ao espaço de trabalho.

Os resultados mostraram que o Breakaway influenciou positivamente o comportamento sedentário. Observou-se uma relação direta entre os movimentos da escultura e as pausas realizadas pelos utilizadores, indicando que o sistema conseguiu gerar uma conscientização efetiva. Este objeto tem um papel importante em motivar pausas e elogiou-se a sua capacidade de ser ignorado em momentos de maior foco, reforçando-se o valor de soluções subtis e elegantes no incentivo a hábitos saudáveis.

Em continuação, examinamos o impacto que as tecnologias *glanceable* podem ter, analisando a influência que têm quando são desenvolvidas de modo a influenciar decisões quotidianas, como incentivar o uso de escadas em vez de elevadores em ambientes de trabalho, incentivando a atividade física. A pesquisa integrou três elementos interativos para alcançar este objetivo: “Follow-the-Lights” é um projeto que utilizou luzes que piscavam para conseguir guiar as pessoas em direção às escadas. Os resultados mostraram um aumento significativo no uso das escadas, indicando uma mudança comportamental relevante. Outro artefacto *glanceable* utilizado foi o “The Clouds”, que representava o uso relativo de escadas e elevadores por meio de animações coloridas de nuvens de esferas. Por fim, o “The History” apresentava gráficos de pizza que detalhavam o histórico de uso de escadas ao longo do tempo. Os participantes demonstraram curiosidade e

aderiram aos ecrãs, o que gerou discussões sociais no ambiente de trabalho. No entanto, alguns relataram dificuldades em compreender completamente as representações, particularmente no “The Clouds”, onde apontaram desafios de clareza na sua interpretação. A ”glanceability” desempenhou um papel central neste projeto e transformou informações invisíveis em representações visuais atraentes que convidavam à reflexão sobre as escolhas diárias sem impor mudanças de comportamento. [51]

Abordando agora elementos menos comuns e não tão previsíveis como os anteriores introduzimos os elementos efêmeros [15]. Estes elementos caracterizados pela sua natureza temporária destacam-se por atrair a atenção dos utilizadores para informações cruciais no momento certo, sem sobrecarregar o design ou distrair de forma contínua. O conceito de interfaces de utilizador efêmeras apresentam uma abordagem única para capturar a atenção e transmitir informações de forma rápida e impactante. Estas interfaces utilizam materiais transitórios como a água, o fogo, plantas e bolhas de sabão para criar elementos de interação que duram apenas um tempo limitado, mas que proporcionam uma experiência rica e multissensorial.

A efemeridade desses materiais contribui diretamente para a *glanceability*, já que a brevidade e o apelo visual/multissensorial incentivam o utilizador a captar rapidamente a mensagem ou a interação desejada sem exigir atenção prolongada. Exemplos recentes ilustram o potencial dessas interfaces, como o “Bit.Fall”, que utiliza gotas de água para formar palavras visíveis por segundos; o “The Soap Bubble Interface”, onde bolhas de sabão controlam sons e luzes; e o “PlantDisplay”, que usa uma planta para refletir informações sobre a comunicação do utilizador, como e-mails ou chamadas. Existe ainda o “ThanatoFenestra”, que projeta a imagem de um ente querido numa chama de vela, e o “Ice Wall”, uma tela de gelo interativa. As interfaces de utilizador efêmeras oferecem uma abordagem diferente no âmbito de design de interações, equilibrando estética, funcionalidade e uma experiência de utilizador profundamente sensorial. Ao explorarem materiais transitórios e dinâmicos, estas interfaces maximizam a *glanceability*, apresentando informações de maneira clara que capturam instantaneamente a atenção do utilizador [15].

Traduzindo o conceito para algo parecido, o “Physikit” é um sistema que procura democratizar o acesso e a compreensão de dados ambientais por meio de visualizações físicas. O “Physikit” utiliza um conjunto de ”PhysiCubes”, artefatos físicos que traduzem dados em saídas dinâmicas como a luz, o movimento, vibrações e fluxos de ar. Estes cubos permitem aos utilizadores configurar e programar as suas visualizações personalizadas, facilitado por uma interface web intuitiva que conecta os dados recolhidos às representações físicas. Os resultados demonstraram o impacto do Physikit: os participantes interagiram intensamente com os “PhysiCubes”, mostrando um maior interesse em dados sobre o ruído, a humidade e a temperatura, enquanto que os dados de poluição do ar, como NO₂ e CO, foram menos explorados. A criação de regras de visualização foi significativa, com a maioria das regras a serem estabelecidas logo nos primeiros dias de uso. De forma criativa, os participantes integraram os cubos nas suas casas como elementos decorativos e funcionais [31].

As aplicações de *glanceability* desempenham um papel essencial na criação de interfaces in-

tuitivas, permitindo que os utilizadores acedam rapidamente a informações com um simples olhar, sem a necessidade de interações complexas. Estas tecnologias são especialmente úteis em contextos dinâmicos, onde existe uma facilidade de leitura. Ao priorizar a simplicidade e a clareza na apresentação de dados, a *glanceability* aprimora a experiência do utilizador, promovendo uma interação mais fluida e natural, além de contribuir para uma gestão mais eficiente da informação em tempo real. No entanto, como vimos anteriormente, para pessoas cegas a dependência predominante de componentes visuais limita significativamente a acessibilidade destas tecnologias. A ênfase na leitura rápida e na apresentação visual clara não atende às necessidades daqueles que dependem de outros sentidos para interagir com estes dispositivos. A abordagem proposta procura justamente resolver este problema, oferecendo soluções que transcendam as barreiras visuais e promovam uma experiência de utilizador mais universal.

2.4.2 Desenvolvimento de Métricas e Abordagens de Design

Para alcançar a *glanceability*, a literatura identifica um conjunto de princípios que orientam a criação de visualizações eficazes para consultas rápidas. Estes princípios (ilustrados na Figura 2.5) definem como a informação deve ser estruturada para ser percebida de forma *glanceable* [26, 33, 42].



Figura 2.5: Princípios de Design para Displays Glanceable

Abstração A abstração de dados é uma das qualidades mais predominantes nos ecrãs *glanceable*. Este princípio, amplamente aplicado em protótipos e produtos já existentes, prioriza a simplificação dos dados exibidos em vez de os apresentar de forma bruta. Um exemplo disso é a abstração de números em gráficos (Figura 2.3), onde informações numéricas complexas são transformadas em representações visuais simples e facilmente compreensíveis [26]. Um outro exemplo é a abstração de números em figuras que integram elementos da natureza, como flores, animais ou montanhas (Figura 2.4). Esta abordagem permite que os utilizadores processem e percebam informações com um esforço mínimo, possibilitando uma rápida consciência e reflexão sobre os próprios comportamentos. Ao simplificar os dados desta forma, o design torna-se mais intuitivo, garantindo que as pessoas compreendam rapidamente as informações apresentadas sem

sobrecarga cognitiva.

Integração com Atividades Existentes Tal como o princípio anterior, a integração com atividades frequentes é um dos princípios fundamentais de ecrãs *glanceable*. Incorporar o feedback em ações do dia-a-dia aumenta a probabilidade de os utilizadores consultarem rapidamente as informações. Os ecrãs *glanceable* são posicionados frequentemente em locais de fácil acesso, como o plano de fundo de um telemóvel [14] ou na periferia do campo de visão [5], tornando a interação natural e conveniente. Outros estudos mostram que os utilizadores verificam os seus relógios entre 60-80 vezes por dia [48] e, em alguns casos, até 95 vezes [43], sendo que mais da metade das interações é motivada pela verificação das horas ou ativada por notificações. Este princípio destaca a importância de integrar feedback nas rotinas já estabelecidas, como por exemplo a prática de consultar as horas, posicionando informações no plano de fundo ou na periferia do ecrã principal de dispositivos usados regularmente.

Consistência A consistência refere-se à utilização coerente de padrões visuais e funcionais ao longo da interface, de modo a que a mesma informação seja apresentada sempre da mesma forma e em contextos semelhantes. Em ecrãs *glanceable*, esta coerência é particularmente relevante, pois permite que os utilizadores reconheçam rapidamente o significado do feedback sem a necessidade de reinterpretação ou reaprendizagem. Ao manter relações estáveis entre elementos visuais e os dados que representam, o design facilita avaliações previsíveis do desempenho e reduz o esforço cognitivo associado à interpretação da informação ao longo do tempo.

Criação de Hábitos de Verificação Incentivar os utilizadores a verificarem os dados regularmente. O design deve promover ações relacionadas aos objetivos do utilizador sem ser intrusivo.

Ação Apresentar informações que promovam ações imediatas, relacionadas diretamente com os objetivos do utilizador. O feedback visual deve ser claro e promover ações rápidas.

Alinhar com as Expectativas dos Utilizadores As representações visuais devem refletir padrões familiares e estar alinhadas com o que os utilizadores esperam, facilitando a aprendizagem e a interpretação.

Adaptação ao Público As interfaces devem ser adequadas ao contexto de uso, como em ambientes públicos (ex.: escritórios), garantindo que a apresentação seja discreta e apropriada.

Suporte à Comparação de Objetivos e Normas Permitir que os utilizadores avaliem o seu desempenho em relação a um objetivo ou norma estabelecida. O design deve ser intuitivo e facilitar estas comparações.

Não Intrusivo Garantir que o design não interfira de forma excessiva na rotina do utilizador. A apresentação deve ser subtil, promovendo ações sem causar distração ou desconforto.

Tornar os Visuais Distintos Elementos visuais devem ser claramente diferenciados, destacando informações importantes e facilitando a identificação imediata.

Estética Criar um design visualmente atraente, garantindo que a interface permaneça interessante e relevante ao longo do tempo. A estética do display também contribui para a percepção de um objeto pessoal e único.

Uma investigação [42] anterior identificou as variáveis de design que impactam a capacidade dos utilizadores de interpretar rapidamente as informações, sem a necessidade de interações prolongadas. A partir desta investigação, foi desenvolvida uma taxonomia de variáveis visuais, que organiza de forma sistemática os diferentes elementos que influenciam a *glanceability* e os princípios de design anteriormente descritos. As principais variáveis identificadas incluem:

Cor A cor é um elemento crucial para a distinção rápida de informações. Cores contrastantes podem ajudar a destacar elementos importantes, facilitando a sua identificação.

Forma A forma dos elementos visuais é discutida em termos de como formas distintas podem ser mais facilmente reconhecidas e lembradas pelos utilizadores.

Tamanho O tamanho dos elementos é mencionado como um fator que afeta a visibilidade e a importância das informações. Elementos maiores tendem a chamar mais atenção.

Proximidade A proximidade entre elementos é abordada como uma maneira de agrupar informações relacionadas, o que pode facilitar a interpretação e a comparação.

Hierarquia A hierarquia visual é discutida em relação à forma como as informações podem ser organizadas para indicar a sua importância, utilizando variações em tamanho, cor ou posição.

Transparência A transparência pode ser utilizada para sobrepor informações, mas deve ser aplicada com cuidado, isto porque níveis de transparência muito subtis podem dificultar a distinção entre elementos.

Resolução A resolução dos elementos visuais é abordada como um aspecto que deve ser adequado para garantir que as informações sejam claramente visíveis e compreensíveis.

Estas variáveis visuais são fundamentais para o desenvolvimento de interfaces que sejam eficientes e eficazes em interações rápidas, permitindo que os utilizadores obtenham as informações essenciais num curto espaço de tempo.

Em resumo, apesar dos avanços no desenvolvimento de soluções acessíveis para transmitir informação a pessoas cegas ou com baixa visão, estes trabalhos oferecem pouca exploração do espaço de design associado a feedback *glanceable* - sendo que a literatura existente *glanceable* é sobre feedback visual. Esta lacuna realça a necessidade de uma exploração de design do feedback *glanceable* acessível. Para responder a esta necessidade, no capítulo seguinte apresentamos a primeira etapa do nosso trabalho, desenvolvida após a análise do estado da arte, onde começamos a mapear possíveis direções para tornar o feedback *glanceable* acessível a pessoas cegas ou com baixa visão.

Capítulo 3

Exploração de Abstrações Não Visuais e Considerações de Integração

Partindo da lacuna identificada no capítulo anterior, este capítulo apresenta a etapa de investigação preliminar dedicada à exploração do espaço de design associado ao feedback *glanceable* não visual. O objetivo é mapear possibilidades conceituais e compreender de que forma diferentes modalidades auditivas podem transmitir informação de forma breve, acessível e integrada no quotidiano, sem recorrer à visão.

Para cumprir este objetivo, o capítulo organiza-se em duas componentes principais. A primeira descreve as estratégias de transmissão da informação, apresentando as decisões conceituais relacionadas com a seleção dos dados a comunicar e com o enquadramento destas escolhas no contexto das interações *glanceable*. A segunda aprofunda os princípios de abstração e integração, reinterpretando-os para modalidades não visuais e estabelecendo a base conceptual que orienta as explorações apresentadas nas secções subsequentes, cuja pertinência é detalhada na respetiva secção.

3.1 Estratégias de Transmissão da Informação

Nesta secção, descrevem-se as decisões fundamentais relacionadas com os tipos de dados utilizados e com as estratégias adotadas para comunicar informação sobre atividade física. Estas decisões resultam da revisão do estado da arte e de reflexões preliminares de design orientadas para a acessibilidade.

A atividade física pode ser representada por múltiplas métricas, como a contagem de passos, a frequência cardíaca, o gasto calórico, indicadores de sono, entre outros... Para este trabalho, optou-se por centrar a exploração na contagem de passos, por ser uma métrica amplamente difundida, de fácil compreensão e geralmente recolhida de forma consistente pelos dispositivos atuais. Este foco permite reduzir complexidade cognitiva e evitar sobrecarga de nova informação. Ainda assim, não se excluiu a possibilidade, e foi dada a abertura de se incorporar outras métricas nos estudos empíricos, uma vez que estas poderão fornecer conhecimentos complementares acerca das necessidades dos utilizadores.

Paralelamente, foi necessário definir o tipo de dispositivo a utilizar para recolha e comunicação de dados. Optou-se pelos smartphones como plataforma principal, dado serem o dispositivo de monitorização mais comum entre pessoas cegas. Estudos prévios [27, 1] reportam taxas de utilização de 84,3% e 95,4%, respetivamente, o que reforça a pertinência desta escolha em termos de disponibilidade, familiaridade tecnológica e potencial de integração no quotidiano.

Por fim, tornou-se essencial determinar como comunicar progresso ou estado relativo da atividade física. A literatura [14, 26] identifica diversas abordagens de representação do desempenho, nomeadamente: (1) comparações entre o estado atual e estados anteriores, permitindo perceber tendências ao longo do tempo; (2) distinções entre resultados bons e maus; e (3) representações relativas a objetivos definidos, que suportam a gestão de metas individuais. Estas estratégias oferecem diferentes graus de granularidade e interpretação, e constituem o enquadramento conceptual que orienta a definição das abordagens exploradas nas fases seguintes do trabalho.

3.2 Princípios de Abstração e Integração em Interações Não Visuais

Tal como apresentado no capítulo anterior, a literatura sobre interfaces glanceable identifica inúmeros princípios de design destinados a suportar interações deste tipo. Entre estes, dois princípios surgem de forma particularmente consistente e aprofundada: a abstração da informação e a sua integração no contexto do utilizador.

No contexto desta tese, optámos por centrar a nossa análise nestes dois princípios, por serem os mais prevalentes na literatura e por apresentarem maior potencial de adaptação a interações não visuais. Assim, seguidamente, o exercício desenvolvido neste trabalho consistiu em explorar de que forma os princípios de abstração e integração podem ser suportados através de modalidades não visuais. Esta secção descreve essa exploração, apresentando possíveis abstrações auditivas para a representação de dados de atividade física, bem como considerações relativas à integração destas interações no quotidiano. Este enquadramento serve de base ao trabalho empírico desenvolvido nos capítulos seguintes.

3.2.1 Abstração

A abstração de dados consiste em transformar valores numéricos em representações mais simples e significativas como elementos visuais. Para pessoas com visão, esta abstração é tradicionalmente realizada através de gráficos de barras, circulares ou outras representações alternativas, como metáforas baseadas em mudanças ao longo do tempo. Estes gráficos facilitam uma leitura quase imediata do estado de progresso ou desempenho.

No contexto desta tese, o desafio consistiu em compreender de que forma este princípio poderia ser aplicado a modalidades não visuais, uma vez que não era claro como abstrair dados de saúde de forma acessível mantendo as características de brevidade e baixo esforço cognitivo associadas a interações *glanceable*.

Partindo deste desafio, concebemos quatro possibilidades exploratórias de abstração que recorrem a sons ou vibrações para comunicar níveis de atividade física. Esta secção apresenta essa

exploração inicial, procurando mapear diferentes estratégias de abstração não visual que pudessem orientar o design das soluções e os estudos desenvolvidos posteriormente.

Sons Musicais

Esta abordagem explora o uso de sons breves e facilmente reconhecíveis (como notas musicais ou pequenos efeitos sonoros) para representar o nível de atividade física de forma discreta e intuitiva. Esta opção foi inicialmente inspirada nos princípios dos "earcons", definidos como sons abstratos e estruturados utilizados para comunicar estados ou eventos de forma rápida [9, 29]. Embora este conceito tenha orientado as primeiras explorações, a abordagem evoluiu posteriormente para construções musicais mais ricas, ultrapassando o formato tradicional dos "earcons". Ainda assim, manteve-se o objetivo de garantir uma percepção imediata (alinhada com o conceito de *glanceability*), permitindo que os utilizadores obtenham uma noção geral do seu estado de atividade sem necessidade de uma interpretação complexa.

Inspirámo-nos também no trabalho "Changing Your Tune" (Clark et al., 2021) [13], que demonstra que a música pode comunicar níveis de atividade e até influenciar comportamentos diários. Este estudo reforça o potencial da música como meio eficaz e motivador para transmitir informação sobre saúde.

Dado que o desenvolvimento deste tipo de feedback sonoro requer um domínio técnico e expressivo específico, envolvemos um músico profissional no processo de design. A sua participação foi motivada pelo seu conhecimento e pela possível ajuda que nos poderia dar com a capacidade de transformar conceitos abstratos de atividade física em estruturas sonoras coerentes. As sessões colaborativas consistiram em momentos de debate conjunto, nos quais foram discutidos diferentes elementos musicais e o seu potencial para comunicar tanto variações de esforço como a dimensão emocional associada à prática de atividade física.

Foi durante esta sessão que emergiu, por sugestão do músico, a ideia de construir sequências baseadas em camadas progressivas (Fig. 3.1). A partir desta lógica, a proposta passou a assentar na adição sucessiva de elementos sonoros e texturas auditivas: à medida que o nível de atividade aumenta, novos instrumentos ou camadas são introduzidos, enriquecendo gradualmente a informação transmitida. Este mecanismo permitiu representar simultaneamente a intensidade da atividade e o seu enquadramento emocional, associando timbres mais suaves a estados de menor esforço e instrumentos mais enérgicos a níveis mais elevados.

Para além da criação de material experimental, esta sessão constituiu um momento de aprendizagem conjunta, no qual discutimos aspetos como a percepção simbólica de diferentes instrumentos e as associações emocionais evocadas por variações de timbre e dinâmica. A partir desta colaboração foram produzidas diversas composições breves, que serviram posteriormente como protótipos sonoros utilizados nos estudos empíricos.

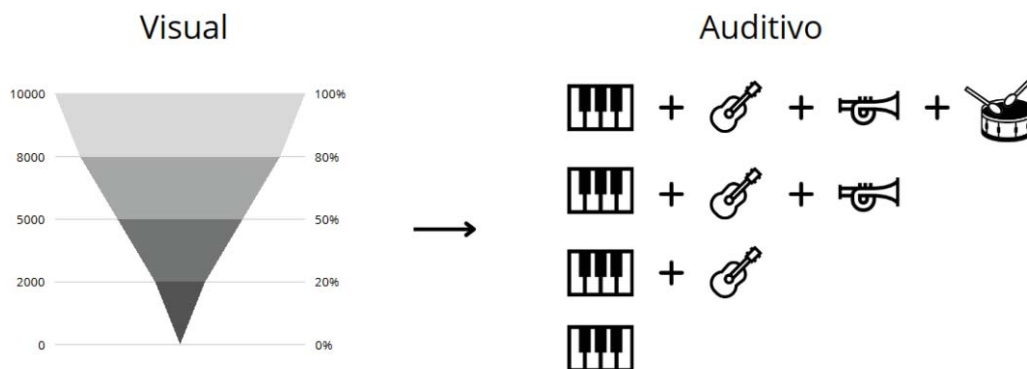


Figura 3.1: Feedback por camadas

Sons Familiares

Uma das explorações realizadas consistiu na utilização de sons familiares às pessoas para representar abstrações do nível de atividade física, recorrendo a sons reais com uma única variável sonora manipulável. Esta escolha baseou-se na utilização de sons do quotidiano das pessoas, como a chuva, vento ou pássaros, que estão associados a experiências e memórias auditivas desenvolvidas ao longo da vida. Especulava-se que estas associações pré-existent poderiam apoiar uma interpretação mais rápida e intuitiva da informação, reduzindo a necessidade de aprender um novo código sonoro e, conseqüentemente, o esforço cognitivo necessário, bem como mitigar o risco de sobrecarga sensorial quando múltiplos elementos são apresentados em simultâneo. Esta premissa é consistente com a literatura sobre auditory icons e metáforas sonoras, que demonstra que sons inspirados no mundo real facilitam interpretações imediatas ao reutilizarem significados já conhecidos [22, 29]

Um exemplo pensado foi o som da respiração humana. Um som de respiração calma e estável, poderia representar um estado de baixa atividade, contrastava com uma respiração mais ofegante e acelerada, associada a níveis de esforço físico mais elevados.

Um outro exemplo ilustrativo desta abordagem pode ser construído a partir da evolução de uma tempestade (3.2). A paisagem sonora começa com alguns pingos de chuva espaçados, representando momentos de baixa atividade, e vai intensificando-se progressivamente até se transformar numa chuva forte, equivalente a um símbolo de maior esforço físico. Tal como também no "UbiFit Garden" (Consolvo et al., 2008) [14], onde o crescimento de flores e elementos naturais funcionava como metáfora visual do progresso, aqui a paisagem auditiva da chuva torna-se uma metáfora sonora evolutiva, aproveitando a familiaridade que este fenómeno tem no quotidiano das pessoas. A chuva é um som universalmente reconhecido, associado a diferentes estados emocionais e contextuais, o que pode facilitar a motivação e o empenho, ao mesmo tempo que reduz o risco de fadiga auditiva. Esta lógica pode ser aplicada a outros sons familiares, desde que algo próximo ao utilizador, reforçando a naturalidade e o carácter envolvente do feedback.

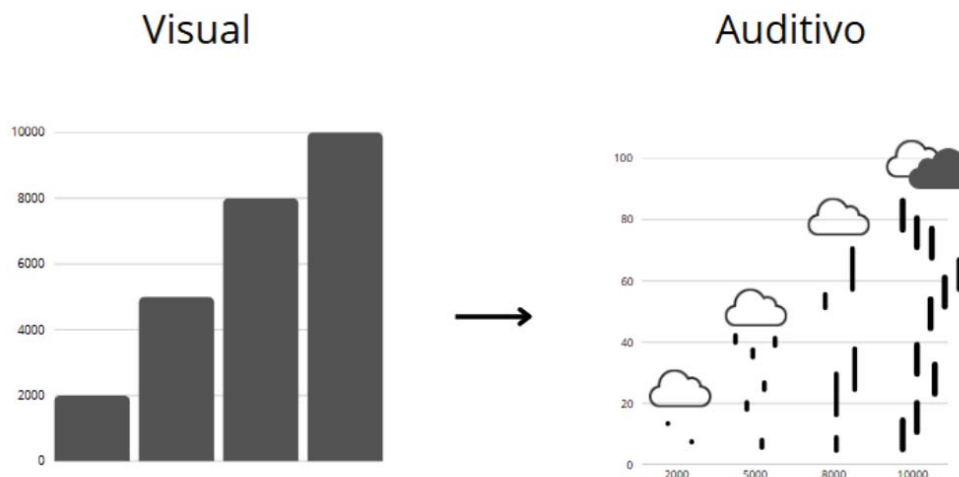


Figura 3.2: Sons familiares progressivos

Para além da clareza, especulamos que os sons familiares possuem também um forte potencial motivacional. Uma respiração irregular pode sugerir um desequilíbrio ou cansaço, incentivando a autorregulação; da mesma forma, uma chuva pouco intensa pode simbolizar baixa atividade e estimular o utilizador a intensificar o esforço. Outros sons naturais podem evocar conforto ou desconforto e, assim, orientar o comportamento de forma subtil e não intrusiva. Este princípio está em linha com trabalhos prévios como o "Breakaway" (Morris et al., 2005 [33]), que encorajava a correção postural através de feedback simbólico e indireto, demonstrando como estímulos simples e familiares podem induzir a ação sem necessidade de instruções explícitas.

Esta abordagem oferece uma forma de feedback auditivo familiar e intuitivamente reconhecível ao explorar sons que fazem parte do quotidiano das pessoas para transmitir diferentes níveis de atividade. A sua força reside na capacidade de, ao se alinhar com alguns princípios de *glanceability*, criar interpretações imediatas e promover a motivação através de associações naturais.

Sons Contrastantes

Esta abordagem explora a utilização de sons que combinam duas ou mais variáveis auditivas e permite representar o nível de atividade física através de contrastes explícitos entre diferentes características sonoras. A ideia central reside na criação de um espaço auditivo comparativo, onde o utilizador possa interpretar o seu desempenho com base em oposições claras entre sons (por exemplo, sons "bons" vs. "maus"). Este tipo de contraste é particularmente relevante no contexto de dados de saúde, que são frequentemente interpretados de forma avaliativa, isto é, como indicadores de que o utilizador está a ir bem ou mal.

Assim como representações visuais simplificadas, como gráficos de barras ou donuts, utilizam variações de altura ou preenchimento para permitir distinguir rapidamente diferentes níveis de desempenho, também abordagens sonoras podem explorar contrastes marcantes para comunicar

informação de forma imediata. Um exemplo deste princípio encontra-se em “Sounds Like Home” [4], onde o som de berlindes a deslocarem-se permite perceber se há muita ou pouca atividade numa casa, embora não ofereça um número exato de pessoas. De forma análoga, na nossa abordagem, a sonificação pode recorrer à oposição entre sons com características simbólicas distintas para transmitir estados de desempenho: um som contínuo e fluido, como o de uma cascata, pode representar um estado ideal ou um objetivo alcançado, enquanto um som áspero e intrusivo, como ruídos de obras (martelo, perfurações), pode indicar um desempenho aquém do esperado. Esta dualidade auditiva funciona como um equivalente sonoro às diferenças visuais de escala, proporcionando uma leitura rápida e intuitiva do estado atual e explorando a carga emocional associada aos sons para reforçar o significado, mesmo sem recurso à linguagem verbal.

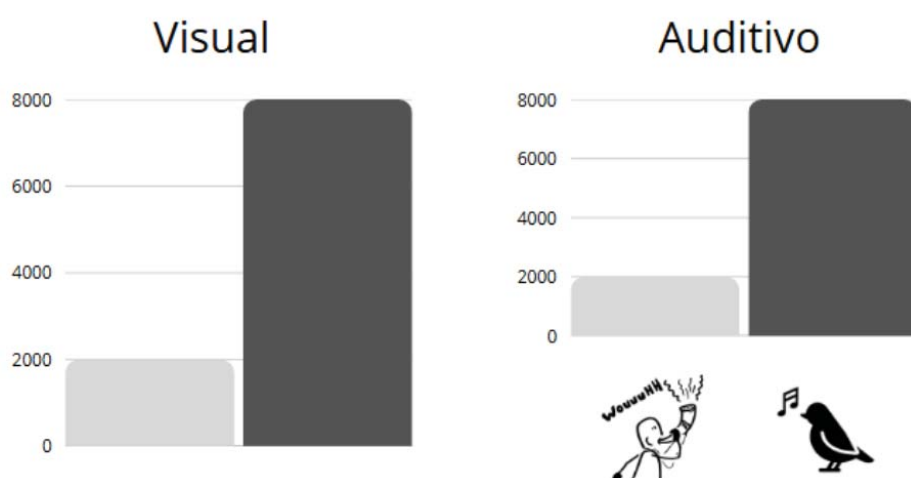


Figura 3.3: Sons contrastantes

Para ilustrar esta abordagem, podem ser utilizados contrastes binários de sons para representar diferentes níveis de atividade (Figura 3.3). Por exemplo, sons alegres de pássaros representavam um estado de atividade física positivo, evocando leveza e bem-estar, enquanto ruídos urbanos intensos (como buzinas e trânsito) simbolizavam momentos de baixa atividade, o que criava uma clara distinção sonora entre diferentes níveis de desempenho.

Esta abordagem possui ainda um potencial motivacional particular: ao criar uma “tensão sonora” entre o estado atual e o desejado, esta incentiva o comportamento ativo e a superação de objetivos. O som deixa de ser apenas informativo e passa a assumir uma função reguladora que encoraja mudanças de comportamento de forma subtil.

Em suma, a utilização de contrastes sonoros para representar níveis de atividade física é considerada como uma possível forma de comunicar desempenho, partindo do uso de associações simbólicas previamente reconhecidas nos sons. Esta abordagem é apresentada neste trabalho como uma hipótese de design a explorar.

Manipulação de Áudio Existente

Uma terceira abordagem de abstração consistiu na modificação ou adaptação de sons já presentes nos dispositivos móveis, explorando a sua utilização para representar níveis de atividade física de forma integrada no quotidiano dos utilizadores. A ideia surge do reconhecimento do papel central que a síntese de voz (TTS - Text-to-Speech) desempenha na vida de muitas pessoas, especialmente os utilizadores com deficiência visual. As pessoas cegas tendem a desenvolver uma elevada familiaridade com os sons dos dispositivos móveis, em especial com os sons associados aos leitores de ecrã (como o TalkBack ou o VoiceOver) que utilizam padrões sonoros consistentes e aprendidos no uso quotidiano. Neste contexto, especulava-se que pequenas variações nesses sons (como ritmo, intensidade, repetição ou tonalidade) poderiam ser percebidas de forma quase imediata, reforçando o potencial desta abordagem enquanto estratégia *glanceable*.

A literatura sugere que sons inspirados no mundo real tendem a ser interpretados de forma mais imediata, por explorarem associações naturais e experiências auditivas prévias desenvolvidas ao longo da vida. Gaver [22] introduz o conceito de auditory icons precisamente para descrever sons que reutilizam significados já conhecidos, reduzindo a necessidade de aprendizagem explícita. De forma consistente, no "Sonification Handbook"[29] refere-se que mapeamentos auditivos baseados em metáforas naturais podem reduzir a carga cognitiva e são particularmente adequados para contextos de acessibilidade e para interações rápidas, reforçando o potencial de sons familiares enquanto suporte para feedback auditivo *glanceable*.

Um exemplo exploratório pode ser a modificação do funcionamento do TalkBack ou VoiceOver (leitores de ecrã) para que a modulação da voz possa refletir o nível de atividade física do utilizador. Essa ideia incentiva a reflexão sobre a utilização da modulação vocal como indicador sonoro de progresso, explorando variações que poderiam indicar um aumento ou uma diminuição do esforço físico e manter a familiaridade e a acessibilidade do feedback. Por exemplo, uma voz mais lenta, com um tom mais baixo e entoação mais "cansada" pode simbolizar um nível de baixa atividade física, enquanto que uma voz mais rápida, enérgica e com maior expressividade pode indicar um nível elevado de atividade.

Para além do TTS, esta categoria contempla também a exploração de outros sons já existentes no dispositivo, como notificações, toques ou padrões de vibração, que funcionam de forma independente da apresentação de informação verbal. Partindo da mesma premissa de familiaridade, pequenas variações nas suas características poderiam ser utilizadas para refletir diferentes níveis de atividade física, sem introduzir novos sinais sonoros.

3.2.2 Integração

Para além da definição de diferentes estratégias sonoras para abstrair dados com objetivo de comunicar níveis de atividade física, considerámos importante refletir ainda sobre a forma como estes mecanismos de feedback poderiam integrar-se nas interações tecnológicas do dia-a-dia das pessoas. A integração, no contexto de interfaces *glanceable*, refere-se à capacidade do feedback coexistir com outras interações tecnológicas do dia a dia, sem exigir atenção exclusiva nem inter-

romper o uso normal do dispositivo. Partindo deste princípio, explorámos diferentes formas de suportar a integração do feedback não visual em interações já existentes de forma natural no uso quotidiano do telemóvel.

Controlo: Um dos aspetos considerados relevantes para a integração do feedback foi o grau de controlo que os utilizadores poderiam ter sobre a sua receção. Importa salientar que, no contexto de interações *glanceable*, este controlo não corresponde a ações realizadas com o objetivo explícito de obter feedback, uma vez que tal deixaria de se enquadrar neste tipo de interação. Em vez disso, procurou-se explorar diferentes níveis de agência do utilizador sobre ações primárias (não relacionadas com o feedback) durante as quais o feedback poderia surgir em segundo plano. Estes níveis variam entre situações em que o feedback é apresentado automaticamente, integrado noutros eventos do sistema (por exemplo, chamadas recebidas ou notificações), e situações em que o utilizador desencadeia uma ação geral no dispositivo (como desbloquear o telemóvel, abrir uma aplicação ou interagir com um widget para obter outra informação).

Temporalidade do Feedback: Outro elemento que levantámos como hipótese crítica refere-se à frequência com que o feedback poderia ser fornecido. Uma repetição excessiva poderá gerar fadiga auditiva ou perda de interesse, como em situações em que o utilizador recebe um elevado número de mensagens ao longo do dia e o feedback associado a essas mensagens surge continuamente, enquanto uma frequência demasiado baixa poderá comprometer a perceção do progresso e reduzir a motivação, por exemplo quando o feedback associado às mensagens é apresentado apenas de forma pontual, como na receção de uma única mensagem num período específico do dia, como durante a manhã. Assim, considerámos que poderá ser importante explorar formas de equilibrar a regularidade e a relevância.

Competição pela Atenção: Acreditamos também que a integração do feedback sonoro terá de considerar a competição com outros estímulos no ambiente. Sons sobrepostos, notificações simultâneas ou contextos de elevada carga cognitiva, como observado em [55], poderão dificultar a perceção e interpretação da informação transmitida.

Privacidade e Contexto Social: Finalmente, antecipamos que a dimensão da privacidade poderá ser determinante para a aceitação deste tipo de tecnologia. Sons audíveis em espaços públicos podem expor informação pessoal ou criar um constrangimento social. Um estudo anterior demonstrou que o simbolismo social associado a certos tipos de feedback pode influenciar a sua aceitação. Na investigação da Consolvo [14] observou-se, por exemplo, que alguns participantes do sexo masculino manifestaram desconforto quando o feedback era representado através de flores (figura 2.4), por associarem este símbolo a conotações pouco alinhadas com a sua identidade.

Capítulo 4

Estudo 1: Preferências e Percepções de Feedback Glanceable

O objetivo deste primeiro estudo é explorar, com pessoas cegas ou com baixa visão, formas acessíveis de monitorização da atividade física, com especial ênfase em interações glanceable. Nesta fase optou-se por envolver utilizadores finais nesta atividade, realizando entrevistas semiestruturadas com pessoas cegas para entender as suas preferências e ideias para informar o design de soluções.

Optámos por envolver utilizadores finais porque desenvolver feedback glanceable acessível não é só um problema técnico: este feedback depende de significado pessoal, rotinas, contextos e preferências de integração (quando e como receber o feedback). Sem estas perspetivas, existia o risco de desenhar soluções baseadas em pressupostos visuais (ou em metáforas sonoras arbitrárias) que sejam acessíveis “no papel” mas pouco intuitivas, intrusivas ou inadequadas no uso quotidiano. As entrevistas tiveram assim o objetivo de ancorar as soluções nas práticas vividas, preferências e constrangimentos dos participantes.

4.1 Participantes

O estudo contou com a participação de cinco adultos com deficiência visual (quatro homens e uma mulher). Os participantes foram recrutados em colaboração com a Fundação San Martin, instituição dedicada ao apoio de pessoas com deficiência visual. Nenhum dos participantes praticava atividade física estruturada de forma regular, embora todos tivessem experiências prévias com diferentes modalidades, desde caminhadas e exercícios em ginásio até desportos organizados como goalball, capoeira, judo, remo e atletismo. Em relação ao registo da atividade física, alguns participantes reportaram já terem usado smartwatches ou aplicações de telemóvel para monitorizar a sua atividade física diária, dando foco a métricas como o número diário de passos, a duração do exercício, calorias gastas e frequência cardíaca, mas atualmente nenhum realizava monitorização. Vale salientar que o participante 3, apesar de nunca ter praticado atividade física regularmente ou monitorizado os seus dados, demonstrou interesse em fazê-lo após observar uma amiga da instituição a utilizar um relógio para monitorização.

Participante	Género	Atividade Física	Experiência de Monitorização
P1	Feminino	Caminhadas ocasionais	Apple Watch/telemóvel
P2	Masculino	Goalball; ginásio	Smartwatch/telemóvel
P3	Masculino	Nunca praticou regularmente	Nunca registou
P4	Masculino	Caminhadas ocasionais	Smartwatch
P5	Masculino	Capoeira, judo, remo, atletismo	Deixou de registar após cegueira

Tabela 4.1: Características dos participantes do Estudo 1

4.2 Procedimento

As entrevistas começaram com uma breve introdução para contextualizar os participantes com o tópico do trabalho, e obter o consentimento informado. Nessa fase, explicou-se que iriam criar soluções para tecnologias de registo de atividade física mais acessíveis, bem como o funcionamento subtil destas tecnologias no contexto de utilizadores normovisuais, cujas interfaces tendem a não oferecer níveis de acessibilidade suficientes para uma utilização universal e daí a necessidade desta investigação. Foram ainda apresentados a duração prevista da entrevista (cerca de 60 minutos) e reforçado que as entrevistas iam ser tratadas de forma confidencial e anónima.

De seguida, a entrevista centrou-se nos hábitos de atividade física dos participantes e nos usos de tecnologias para a monitorização de saúde. Foram abordados temas como motivações e barreiras à utilização destas tecnologias, e as práticas e forma de interagir com os seus dados de saúde - incluindo percepções sobre privacidade e uso de feedback sonoro em diferentes contextos sociais.

Na segunda parte da entrevista, os participantes foram convidados a explorar formas alternativas de representar dados de atividade física através do som, com foco em soluções que não dependessem da leitura explícita de valores numéricos, tal como se faz visualmente. Esta fase iniciou-se com a apresentação do conceito de abstração, no qual se explicou que em interfaces visuais, a informação é frequentemente comunicada de forma subtil e integrada no dia a dia, permitindo uma compreensão rápida do estado, progresso ou comparação com um objetivo.

Seguidamente, fizemos uma pergunta aberta de maneira a perceber de que forma os participantes transponham esta lógica para o domínio auditivo, o que permitiu recolher as suas percepções iniciais após a explicação do conceito, sem introdução de estímulos adicionais ou algum tipo de condicionamento. A exploração foi depois estruturada em torno de quatro grupos de abordagens (feedback por camadas/musical, sons familiares, sons contrastantes e sons integrados no dispositivo) baseados a partir do trabalho de design apresentado no capítulo anterior. Dentro de cada grupo, as perguntas estimulavam associações livres entre sons e níveis de atividade física, sensação de progresso (ex.: ritmos, intensidades, ...) ou conquista (ex.: celebração), ou outros estímulos sonoros e estados emocionais associados ao desempenho. Queríamos identificar de que forma os participantes atribuíam significado a estímulos sonoros e de que forma esses estímulos poderiam comunicar informação de forma rápida.

Para cada um dos grupos foram utilizados sons como elementos de apoio, com o objetivo de

estimular ideias adicionais. Estes eram apresentados apenas após os participantes terem partilhado as suas opiniões iniciais, de modo a evitar o condicionamento das respostas e a promover novas associações. Os sons eram reproduzidos pelo entrevistador, sendo solicitado aos participantes que descrevessem o que cada som poderia representar em termos de atividade física, que comparassem sons entre si e que refletissem sobre sensações de progresso, contraste ou outra associação ao seu nível de atividade, ao mesmo tempo que procurávamos também novas ideias e associações. Entre os exemplos utilizados incluíam-se sons fortemente contrastantes, como o ruído de uma mota e o cantar de pássaros, sons familiares, como a comparação entre uma respiração calma e uma respiração ofegante, e sons que sugeriam progresso através da adição gradual de instrumentos musicais.

Numa fase posterior, a entrevista evoluiu para a integração das soluções previamente discutidas no dia a dia dos participantes, onde foi pedido que os participantes reflectissem em diferentes contextos de usos para estas soluções, aspetos como controlo da receção de feedback, e frequência de uso. Procurou-se explorar o equilíbrio entre utilidade e sobrecarga cognitiva, bem como questões de aceitação social do uso de sons em espaços públicos.

Por fim, os participantes foram convidados a refletir sobre os potenciais desafios e limitações da abordagem e a imaginar como seria um sistema ideal para acompanhar a sua atividade física, sugerindo ainda caso tivessem, novas ideias.

O consentimento informado foi obtido verbalmente antes do início das entrevistas, em conformidade com os princípios éticos aplicáveis à investigação com seres humanos. Foi garantida a confidencialidade e o anonimato dos participantes ao longo de todo o estudo. Este trabalho foi previamente aprovado pela comissão de ética da faculdade.

4.3 Análise dos Dados

Foi conduzida uma análise que se enquadra no que a Braun and Clarke referem como codebook thematic analysis [10], seguindo uma abordagem mista que integrou codificação dedutiva e indutiva. A análise partiu de um codebook pré-definido, desenvolvido com base nos objetivos da investigação. As entrevistas foram transcritas integralmente e considerou-se como unidade de análise segmentos de texto com significado relevante para os objetivos do estudo. O codebook foi organizado em quatro códigos principais e 23 subcódigos:

- Hábitos e Relação com a Tecnologia - experiências prévias de atividade física, monitorização e utilização de dispositivos e aplicações;
- Abstração e Representação da Informação - percepções e preferências sobre formas acessíveis de representar dados de atividade física para pessoas cegas;
- Integração da Informação - modos de receção do feedback, momentos ideais e articulação com a rotina diária;

- Sugestões e Impressões Gerais - ideias dos participantes para um sistema ideal, bem como desafios, limitações e propostas espontâneas.

A codificação e análise subsequente foram realizadas com o apoio do software Qualcoder ¹, o que permitiu organizar, categorizar e explorar os padrões emergentes nas entrevistas. Após a codificação inicial, os códigos foram revistos em conjunto com os orientadores, através da revisão e discussão do seu significado, e aplicação aos excertos das entrevistas. Este processo permitiu clarificar definições, resolver ambiguidades e esclarecer algumas dúvidas.

Embora orientada por um codebook pré-definido, a análise manteve abertura para a identificação de variações e novos elementos. Após sucessivas rondas de leitura e revisão da codificação, não emergiram novos códigos substantivos, o que indicou que a estrutura conceptual se encontrava estável e adequada aos objetivos do estudo. Esta estabilidade é específica ao contexto desta investigação e não exclui a possibilidade de outras interpretações emergirem noutros cenários. As respostas foram então organizadas em temas alinhados com os objetivos do estudo, permitindo identificar padrões e tendências que são descritos no capítulo seguinte.

4.4 Resultados

4.4.1 Diversidade de Soluções

Os participantes sugeriram uma ampla diversidade de sons que poderiam ser usados de forma *glanceable* para transmitir informação sobre a atividade física, o que mostrou que o feedback auditivo pode assumir diferentes funções e significados pessoais. Esta diversidade incluiu sons naturais (como água ou vento), sons corporais (batimentos cardíacos, respiração), sons familiares do quotidiano (sirenes), sons de celebração (palmas, garrafas de champanhe) e referências culturais como vozes de personagens ou celebridades.

Mais do que apontar para categorias específicas de sons, estas sugestões evidenciam que os participantes não convergiram numa solução sonora “ideal”. Pelo contrário, a diversidade de propostas revela que o valor do feedback *glanceable* reside menos na escolha de um som específico e mais na possibilidade de o utilizador atribuir significado ao feedback recebido.

Para além da escolha do som em si, os participantes reflectiram também sobre como diferentes sons poderiam ser utilizados para transmitir informação sobre a actividade física. Alguns preferiam sons que apenas assinalassem o cumprimento de um objetivo, enquanto outros valorizavam um feedback contínuo, capaz de transmitir a sensação de progresso ao longo do dia. A mudança de características como o ritmo, intensidade, frequência ou entoação foi uma estratégia frequentemente referido para representar diferentes níveis de atividade física. Alguns exemplos incluíram aumentar o ritmo para representar maior esforço ou alteração do tom emocional de uma voz (entre menos e mais alegre) consoante o progresso alcançado.

Estas reflexões mostram que em vez de encontrar uma escolha sonora universal, os participantes personalizavam os sons de modo a acomodar diferentes interpretações, circunstâncias e

¹<https://qualcoder.wordpress.com/>

preferências individuais. Como resumiu um participante:

“É que neste caso, os sons, esses sons podem ser quaisquer uns, até nós podemos escolher aquele som que nós queiramos para essa informação. Desde que eu saiba que aquele som é referente à atividade física, por exemplo, pode ser água, pode ser vento, pode ser tudo o que couber na nossa imaginação.” (P1)

Esta variedade aponta para a importância da personalização e adaptabilidade como princípios centrais no design de feedback *glanceable* acessível, de modo a acomodar diferentes preferências e significados pessoais.

Para além dos diferentes sons, o momento e a forma ideal de receber o feedback também foi comunicado como sendo bastante diferente de pessoa para pessoa. Da mesma forma, esta variedade de preferências evidencia a importância de permitir que cada utilizador configure o feedback de acordo com as suas rotinas e estilo de vida.

4.4.2 Significado Pessoal e Divertido

Para além da diversidade de sons sugeridos, os participantes destacaram que o valor do feedback *glanceable* residia sobretudo no significado pessoal atribuído ao som. Sons associados a experiências, interesses ou práticas familiares foram descritos como mais fáceis de reconhecer, mais agradáveis de ouvir e mais motivadores ao longo do tempo. Por exemplo, alguns participantes referiram géneros musicais específicos ou sons do quotidiano que lhes eram particularmente familiares.

”Agora veio um outro som à mente, que é o som das paragens. Paragem não, nas passeadeiras. Quando o carro está a passar, tem um tipo de som. Quando nós temos que passar, tem um som diferente. E como eu estou muito habituado às passeadeiras, consigo identificar quando não é para passar e quando é para passar. Assim, seria um som ideal para o bom exercício e o mau exercício.” (P5)

Um participante que praticava capoeira exemplificou, ao sugerir sons diretamente ligados a esta prática, relacionando o feedback com uma atividade que já fazia parte da sua identidade e com significado pessoal:

“Bem, já trabalhei muito com a música na capoeira. Mas há, por exemplo, o som do berimbau grande e o toque de Angola. Era o som que se destacava muito.” (P5)

Vários participantes mencionaram aspectos lúdicos e divertidos quando referenciando sons com significado pessoal. Sons associados a humor, personagens conhecidas ou situações agradáveis foram descritas como mais envolventes e capazes de criar uma experiência mais divertida e motivadora:

“Pode ser o som do Cristiano Ronaldo, o som que ele faz. O ‘siim’.” (P2)

“Até pode-se pôr, por exemplo, a voz de um desenho animado. Por exemplo, eu tive um formando que tinha a voz do Mickey Mouse a dizer as horas.” (P1)

“Agora estou-me a lembrar dos Sete Anões, das vozes, porque tem o Zangão, e o Feliz.” (P1)

Estas sugestões indicam que os participantes queriam interagir com feedback que não só fosse informativo, mas também como uma experiência divertida e emocionalmente positiva.

Os participantes salientaram que preferências sonoras variam significativamente entre indivíduos, sugerindo que sistemas de feedback *glanceable* devem permitir a escolha e configuração dos sons de acordo com gostos pessoais, rotinas e contextos de uso. Como resumiu um participante:

“há pessoas que gostam dos sons da natureza, águas e outros . . . mas isso, isto, em termos de exercício. Na minha, na minha opinião, não há muito o que se possa meter, a não ser que tudo seja configurável, digamos assim, tudo vai ao gosto de cada um.” (P4)

4.4.3 Valência Motivacional do Feedback

Os participantes reconheceram que os sons podem assumir diferentes valências motivacionais, influenciando a forma como interpretam e respondem aos seus dados de actividade física. Em particular, sons associados a conquistas e celebrações, recompensas ou progresso foram descritas como estímulos positivos, capazes de reconhecer o esforço feito por estes, e incentivar um esforço contínuo. Como explicou um participante:

“O som diz: ‘Sim, conseguiste, está lá.’ Ok, é a indicação de que tu ganhaste. Por isso, ao conseguir isso, vais lá e vais ver a tua tacinha. . . Agora, esforça-te para ganhar mais um.” (P4)

Por outro lado, as opiniões sobre o uso de sons com conotação negativa revelaram-se mais ambíguas. Para alguns participantes, esses sons poderiam funcionar como um sinal de alerta ou incentivo à melhoria, ao tornar explícitas falhas ou níveis baixos de desempenho. Para outros, esses eram percebidos apenas como informativos, sem impacto direto na motivação. Um participante ilustrou esta visão ao sugerir a associação entre o bater de palmas a uma boa performance e o som de um bocejo a um desempenho mais fraco:

“Este som mais lento e negativo influencia a pessoa a querer ouvir o som das palmas?”
“Não, é apenas informativo.” (P3)

No entanto, alguns participantes rejeitaram explicitamente o uso de sons negativos, considerando que este poderia gerar frustração ou desmotivação, contrariando o objetivo de promover a actividade física. Nestes casos, a expectativa era que o feedback reforçasse positivamente o esforço em detrimento da penalização:

“O efeito da aplicação, se calhar, é puxar pela pessoa, não desmotivá-la... é tentar puxar pelas coisas positivas, não pelas negativas.” (P4)

Em conjunto, estes resultados indicam que a valência motivacional do som não é universal. Enquanto os sons positivos foram amplamente valorizados, os negativos suscitaram opiniões divergentes, variando entre incentivo, simples informação ou rejeições.

4.4.4 Feedback Integrado

Os participantes destacaram que, para ser eficaz, o feedback *glanceable* devia estar integrado de forma natural na rotina diária, tornando-se parte das interações habituais com o smartphone, sem exigir atenção explícita nem introduzir interrupções adicionais. Estes contributos alinham-se com os princípios de feedback *glanceable*, no qual a informação é percebida de forma periférica e contextual.

Nesse sentido, os participantes sugeriram diversas estratégias de integração, frequentemente associadas a interações já existentes, como o desbloqueio do telemóvel, notificações que fossem recebidas, chamadas ou o acesso a aplicações específicas.

Um aspecto recorrente foi a preocupação com a universalidade dessas interações. Os participantes salientaram que o feedback deveria estar associado a interações que sejam usados de forma generalizada, garantindo que a informação chegue a todos, independentemente das aplicações específicas que cada pessoa utilize:

“Porque uma aplicação eu posso não ir sempre. Ao WhatsApp, por exemplo. Eu posso não ir sempre ao Facebook. Se calhar temos pessoas cegas que nem sequer têm o Facebook, por exemplo.” (P1)

Para evitar exclusão, alguns participantes sugeriram interações universais, como desbloquear o telemóvel ou aceder à lista de contactos:

“Acho que poderia ser uma coisa mais simples, do género: aparece... há... mais simples, mais neutra, de desbloquear o telefone e aparecer a informação (...) Ou quando vamos à nossa lista de contactos. Se calhar uma coisa mais usável por todos... aos contactos do telefone.” (P1)

Para além da integração, emergiram preferências distintas quanto ao *controlo* sobre a receção do feedback. Alguns participantes valorizaram abordagens, nas quais o feedback fosse apresentado pelo sistema sem necessidade de ação explícita do utilizador, como ao receber chamadas ou notificações. Estas foram descritas como mais práticas, por reduzirem o esforço de interação e evitarem a necessidade de aceder a aplicações específicas, o que poderia levar a situações mais recorrentes e surpreendentes onde a interação com os dados de saúde não tivesse sido planeada.

Em contraste, outros participantes preferiram manter controlo sobre quando ouvir o feedback, optando por aceder à informação apenas no momento que considerassem mais conveniente e adequado ao seu contexto:

“Agora, eu é que vou manipular a hora. Eu é que sei a hora que vou ouvir. Como, por exemplo, recebo uma notificação do Millennium ou daqui da Fundação a qualquer hora, mas eu é que vou abrir a mensagem para ver a hora que eu puder, a hora que eu tiver tempo.” (P5)

Um desafio adicional levantado por participantes teve a ver com a coexistência do feedback com outros sons do telemóvel, como leitores de ecrã ou sons usados nas notificações. A sobreposição de sons foi identificada como um potencial obstáculo à percepção clara da informação, levantando questões em relação à atenção que iria exigir para fazer sentido da informação recebida. Apesar disto, as preocupações com distração mostraram-se algo subjectivas. Equanto alguns participantes consideraram que o feedback integrado não interferiria com as suas atividades, outros alertaram para o risco de distração quando o feedback é demasiado frequente ou apresentado em contextos que exigem maior concentração, como mencionado pelo P4

“E depois, por sua vez, acaba por se distrair das coisas que também tem que o, o fazer, não é? De quem está a trabalhar, ah, no sítio do trabalho, quem está em formação, como eu aqui, acaba por não tomar tanta atenção, porque está sempre a receber notificações.” (P4)

Estes exemplos evidenciam que o impacto do feedback não depende apenas do seu conteúdo ou forma sonora, mas sobretudo da forma como este se integra nas práticas existentes dos participantes, equilibrando visibilidade, controlo do utilizador e minimização de interferências.

4.4.5 Feedback Oportuno

Outro aspecto destacado como crucial para a eficácia do feedback *glanceable* foi o timing em que fosse apresentado. Alguns participantes preferiam receber feedback em horários fixos, como de manhã ou ao final do dia, atribuindo-lhe a função de balanço diário, como mencionado pelo P3:

“De dia, para ver como está, se está tudo bem. E à noite também. E a que altura do dia? Hã... logo mesmo de manhã, antes de tomar o pequeno-almoço.” (P3)

Outros mencionaram preferir interagir com o feedback em intervalos regulares, como de dez em dez minutos ou de hora em hora, associando isso a uma sensação de acompanhamento ao longo do dia. Por fim, alguns preferiram receber feedback apenas quando atingiam objetivos específicos, como completar uma distância ou número de passos, funcionando como reforço associado a conquistas. Estes resultados estavam directamente relacionadas com os objetivos dos participantes: Uns tinham como objetivo fazer uma monitorização regular da sua saúde, preferindo o feedback de forma mais regular e incorporado nas suas rotinas de forma estruturadas, enquanto outros tinham o objetivo de performance e celebrar conquistas.

Uma coisa realçada por vários participantes foi o balanço entre a periodicidade do feedback e a sua novidade, salientando que o valor do feedback diminui quando este não acrescenta informação

nova. Receber a mesma informação de forma repetida foi descrito como pouco útil e potencialmente cansativo, levando à sugestão de abordagens que privilegiassem atualizações associadas a mudanças significativas nos dados ou a intervalos temporais bem definidos:

“Imaginem: de hora a hora. E se eu desbloquear o telefone agora, e daqui a cinco minutos vou desbloquear... se calhar vamos só estar a ouvir a mesma coisa, que se calhar nem sei no mesmo sítio (...) Mas se existisse, por exemplo, de hora a hora, haver o feedback... ou quando houver alguma atualização nos meus passos, na minha atividade física... os dados voltarem.” (P1)

“Hã, para o telemóvel... é tipo uma chamada de atenção e essa chamada de atenção não é muito, não é invasiva, digamos assim. E isso também convém que não seja, não é? Porque senão uma pessoa cansa-se e, e desiste daquilo (risos).” (P4)

As percepções sobre repetitividade variaram entre participantes. Enquanto alguns consideraram que feedback frequente e repetitivo poderia levar à saturação e eventual abandono do sistema, outros referiram que, quando existe interesse genuíno na informação, a frequência elevada deixa de ser um problema.

“Ok. E não acharia cansativo estar a ouvir o som de dez em dez minutos, ou não interferiria com o seu dia a dia? Não. Sabendo que estás mesmo... queres saber o que é que passa, não é cansativo. (P2)”

Por fim, foi sublinhado que o feedback deve respeitar os ritmos diários, evitando períodos em que a atividade física já não se altera, como momentos de descanso noturno. No seu conjunto, estes resultados indicam que o feedback *ganceable* possa ser mais eficaz quando apresentado em momentos considerados relevantes pelo utilizador, reforçando a importância de mecanismos flexíveis que permitam ajustar o timing às preferências individuais:

“Mas, por norma, até às nove da noite, é quando a pessoa relaxa. A partir daí, das nove da noite, a pessoa já não faz mais nada. Senta-se no sofá ou... e a relaxar, né? Também precisa.” (P4)

4.4.6 Vulnerabilidades Situadas do Feedback

Embora as características exploradas do feedback *ganceable* (nomeadamente a abstracção e integração) fosse reconhecido como potenciadoras da motivação e atenção, vários participantes evidenciaram que essas mesmas características podem dar origem a vulnerabilidades situadas, dependentes dos contextos sociais e ambientais em que o feedback é recebido.

Uma das principais vulnerabilidades identificadas prende-se com os contextos sociais em que o feedback é recebido. Como muitas interações com telemóveis ocorrem em espaços públicos ou partilhados, o uso de feedback sonoro pode tornar-se indesejado para alguns utilizadores. As

perspetivas dos participantes variaram: enquanto alguns consideraram os sons do telemóvel como parte natural das interações já existentes no dia a dia, alguns preferiram recorrer sistematicamente a auriculares, como forma de preservar a privacidade:

“é tudo com auriculares. Porque ninguém quer ouvir a minha conversa. Eu não gosto. . . além de tudo, eu não gosto de dar nas vistas. Sou ou tento ser uma pessoa discreta, digamos assim.” (P4)

Para além das vulnerabilidades relacionadas com os contextos sociais e de privacidade, os participantes alertaram para outras vulnerabilidades associadas à percepção do feedback em espaços onde houvesse potenciais ruídos. Em locais barulhentos ou com múltiplos estímulos sonoros, os sons de feedback podem perder a clareza ou até passar despercebidos:

“Aqui em laboratório parece-me muito bem, mas no dia a dia se calhar este não é a melhor opção.” (P1)

Além disso, emergiram preocupações relacionadas com a competição por atenção entre o feedback sonoro e os sons e atividades do quotidiano, como pássaros ou buzinas, que podem gerar confusão e dificultar a distinção do feedback e o ambiente envolvente.

“Passarinho? Para mim, não colocaria aí porque, se estás na rua, num ambiente aberto, há muito barulho e pode não se ouvir. Depende do volume que tens, se estás com fones, também.” (P3)

Capítulo 5

Estudo 2: Exploração de Cenários Não Visuais de Feedback Glanceable

O Estudo 1 explorou, através de entrevistas: preferências, ideias e tensões associadas ao design de feedback *glanceable* auditivo. No entanto, essa exploração permaneceu ao nível conceptual, deixando em aberto como é que estas ideias se manifestariam numa experiência de uso concreta. Por esse motivo, no Estudo 2 recorreu-se a um protótipo não funcional, capaz de simular e controlar diferentes formas de feedback sonoro e háptico, servindo apenas como suporte para discutir interações em cenários quotidianos hipotéticos.

Nesse sentido, foi conduzido um segundo estudo, de carácter igualmente exploratório, mas com uma abordagem distinta, estruturado como um caso de estudo. Este estudo procurou ir além de uma reflexão hipotética e abstrata, o que criou condições para uma análise mais situada das práticas, interpretações e decisões dos participantes. Em vez de depender exclusivamente de entrevistas ou perguntas hipotéticas, esta abordagem fornece uma base prática para apoiar a imaginação de usos reais e a reflexão situada sobre cenários do quotidiano.

O objetivo deste estudo foi permitir que os participantes explorassem como poderiam interagir com este tipo de feedback no seu dia a dia, apoiado com cenários de uso e um protótipo que oferecesse uma base para a discussão. Com esta abordagem, pretendeu-se identificar novas oportunidades de design que acrescentem valor ao desenvolvimento de soluções tecnológicas acessíveis, complementando e aprofundando os resultados obtidos no Estudo 1.

5.1 Participantes

O estudo contou com a participação de oito adultos com deficiência visual (cinco mulheres e três homens), recrutados através da Fundação Raquel San Martín. Sete participantes eram cegos totais e a restante possuía baixa visão.

A seleção teve como principal critério a experiência prévia com tecnologia assistiva. Considerou-se que a familiaridade com leitores de ecrã e dispositivos móveis era essencial para explorar interações com aplicações *glanceable*, uma vez que o estudo envolvia a interpretação de feedback auditivo integrado em interações com o telemóvel. Três participantes tinham integrado previa-

mente no Estudo 1, o que permitiu aprofundar algumas das reflexões anteriores e observar continuidades ou diferenças nas percepções quando confrontados com uma experiência mais concreta e contextualizada.

Os participantes utilizavam regularmente telemóvel e computadores com leitores de ecrã, e uma parte dos mesmos frequentava aulas de tecnologia acessível na fundação, sugerindo um nível de literacia tecnológica adequado aos objetivos do estudo. As sessões decorreram nas instalações da fundação.

Participante	Género	Deficiência Visual	Participou no Estudo 1
P1	Masculino	Cegueira total	Não
P2	Feminino	Cegueira total	Sim
P3	Feminino	Cegueira total	Não
P4	Feminino	Baixa Visão	Não
P5	Feminino	Cegueira total	Não
P6	Masculino	Cegueira total	Sim
P7	Masculino	Cegueira total	Sim
P8	Feminino	Cegueira total	Não

Tabela 5.1: Características dos participantes do Estudo 2

5.2 Implementação do Protótipo

Para a realização deste caso de estudo, foi desenvolvida um protótipo, concebido para simular o comportamento de uma aplicação com feedback *glanceable* acessível, sem recorrer a uma implementação completa. Este protótipo consistia numa interface web criada em HTML e JavaScript, que permitia controlar remotamente o feedback emitido no dispositivo móvel dos participantes.

A interface consistia num conjunto de botões organizados por cenários (1 a 6), cada um correspondendo a situações simuladas do quotidiano previamente definidas. Ao selecionar um cenário/premir um botão, era enviado um pedido HTTP (via método post) para o endereço local do dispositivo móvel, o que ativava um som ou vibração específicos previamente configurados.

A receção dos pedidos e a execução da lógica correspondente (reprodução dos sons e ativação das vibrações) foram geridas através da aplicação MacroDroid ¹, instalada no telemóvel. Esta aplicação permitiu associar cada pedido HTTP recebido a uma ação específica, como a emissão de um som, uma vibração ou uma sequência de ambas, o que permitiu simular o tipo de feedback *glanceable* que seria emitido por uma aplicação real de monitorização de atividade física.

5.3 Procedimento

O estudo foi conduzido ao longo de seis cenários distintos, concebidos para representar diferentes situações do quotidiano relacionadas com a monitorização de atividade física. Cada cenário explo-

¹MacroDroid: Automação para Android. Disponível em: <https://www.macrodroid.com/>

rava combinações específicas de tipo de feedback, que resultaram tanto das direções identificadas no capítulo de exploração de design 3 como de propostas emergentes do estudo anterior 4. Cada cenário introduzia uma variação do tipo de feedback *glanceable*: Sons contrastantes, Sons familiares progressivos, Manipulação de voz, Manipulação de voz familiar, Sons de celebração, Música por camadas. Para além destas variações auditivas, alguns cenários incluíam também feedback háptico (vibração), permitindo explorar combinações multimodais de feedback *glanceable*.

Para além das diferenças no tipo de feedback, os cenários variavam em múltiplas dimensões e variações contextuais de utilização, de forma a refletir a diversidade de situações em que o feedback *glanceable* pode ocorrer no dia-a-dia dos utilizadores. Estas dimensões permitiram avaliar diferentes graus de controlo sobre o momento em que o feedback é apresentado, bem como analisar o impacto da sua frequência. Os cenários diferiam ainda no contexto de utilização (público ou privado) e no nível de competição pela atenção presente em cada situação. A Tabela 5.2 sintetiza estas variações nos seis cenários considerados.

Cenário de utilização	Estratégia de feedback auditivo	Momento de interação	Controlo	Contexto	Competição pela atenção	Frequência
Deslocação diária	Sons ambientais contrastantes	Desbloqueio	Alto	Público	Médio	Baixa
Dia de trabalho	Som progressivo (passos)	Notificação	Baixo	Público	Elevado	Elevada
Dia de trabalho	Manipulação de Voz	Verificação da hora	Alto	Público/privado	Baixo	Moderada
Uso pessoal	Manipulação de Voz familiar	Leitura/notificações	Alto	Privado	Baixo	Baixa
Deslocação diária/Treino	Sons de celebração	Desbloqueio	Médio	Público/privado	Médio	Baixa
Deslocação diária/Treino	Música por camadas	Chamada	Baixo	Público	Elevado	Imprevisível

Tabela 5.2: Características e dimensões de utilização que diferenciam os seis cenários considerados no estudo

Após a apresentação e a leitura de cada cenário, foi colocado aos participantes um conjunto de questões, maioritariamente qualitativas, focadas na interpretação do feedback, na adequação ao contexto apresentado, e em possíveis alternativas ou melhorias. Paralelamente, foram incluídas duas perguntas de natureza quantitativa que permitiram comparar de forma geral as diferentes condições. Em cada cenário, os participantes responderam a duas questões específicas, através de escalas de Likert de 5 pontos:

1. “De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?”
2. “De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?”

Assim, tornou-se possível avaliar de forma geral (i) a facilidade de interpretação dos sons apresentados e (ii) a probabilidade de utilização da abordagem no seu quotidiano.

Importa salientar que estes resultados quantitativos devem ser interpretados com cautela. Os cenários diferiam significativamente entre si em vários aspetos, o que significa que as avaliações numéricas não comparam condições equivalentes, mas percepções gerais de cada cenário enquanto conjunto. Assim, estes dados assumem um carácter exploratório e servem sobretudo como um ponto de entrada para a análise qualitativa, onde se tornam claras as razões subjacentes às pontuações atribuídas.

Para minimizar potenciais efeitos de ordem e de aprendizagem, a apresentação dos cenários foi definida através de um esquema Latin Square. Desta forma, a ordem dos cenários variou entre participantes, garantindo que cada cenário ocupasse, de forma equilibrada, diferentes posições ao longo das sessões.

No final da sessão, após a conclusão dos seis cenários, foi realizada uma breve entrevista final, com o objetivo de recolher impressões gerais, ideias emergentes e opiniões globais sobre a experiência.

Antes do início do estudo, foram conduzidos dois testes-piloto que permitiram ajustar diversos aspetos da sessão, nomeadamente a clareza dos cenários e a compreensão dos sons e das vibrações apresentadas. Cada sessão durou em média 1 hora e 15 minutos.

No início de cada sessão, foi realizada uma introdução ao estudo, durante a qual se explicou o seu objetivo. Foram também lembrados os princípios éticos aplicáveis, nomeadamente a confidencialidade das respostas, a utilização exclusiva dos dados para fins de investigação e a possibilidade de desistência a qualquer momento. O consentimento informado foi disponibilizado previamente em formato digital via formulário online e aceite antes da participação no estudo.

Nos parágrafos seguintes descrevem-se os seis cenários utilizados neste estudo. Cada cenário apresenta o contexto narrativo, a interação principal e o tipo de feedback auditivo ou háptico explorado.

5.3.1 Integração de sons contrastantes no desbloqueio do telemóvel

Este cenário representava uma situação quotidiana de deslocação para o trabalho, na qual o participante interage brevemente com o telemóvel num espaço público (Paragem de autocarros), sendo este um dos contextos de preocupação identificados no primeiro Estudo. A ação principal consistia no desbloqueio do dispositivo, momento em que o protótipo emitia o feedback sonoro associado ao nível de atividade física. O desbloqueio do telemóvel, uma situação em que o participante tem controlo sobre o momento em que o feedback era acionado, foi escolhido por ser um gesto frequente e universal e por permitir avaliar como o feedback é interpretado quando depende diretamente de uma ação voluntária do utilizador. Este cenário permitiu ainda testar um contexto de exposição pouco frequente ao feedback (de manhã e ao final do dia), de modo a perceber se o som continuava a ser reconhecido e interpretado mesmo quando apresentado de forma esporádica.

Foram utilizados dois sons com valência contrastante: um som com conotação negativa (tro-

voadas e buzinas) para representar períodos de menor atividade física, e um som positivo (canto de pássaros) para sinalizar níveis de atividade mais elevados. Em paralelo, foram também apresentadas duas intensidades de vibração, ajustadas de acordo com o nível de atividade do utilizador.

Após a apresentação do cenário, os participantes foram convidados a comentar a percepção do contraste auditivo, a adequação do feedback ao contexto público, considerando também o impacto da exposição pública ao som.

5.3.2 Integração de som progressivo em notificações sem controlo

Neste cenário, o participante era colocado num dia típico de trabalho, durante o qual recebia várias mensagens no telemóvel. O feedback *glanceable* era acionado sempre que uma nova mensagem era recebida, sendo que os sons eram exibidos em simultâneo com a leitura da mensagem, para avaliar se a sobreposição de estímulos poderia gerar sobrecarga, e competir pela atenção do utilizador. Esta opção representa assim um cenário onde o controlo do utilizador sobre a interação com o feedback *glanceable* era mais limitada e imprevisível (i.e. o utilizador não iniciava a interação com o feedback nem sabia ao certo quando a mensagem seria recebida). Incluímos neste cenário a recepção de mensagens em diferentes frequências (incluindo situações em que duas mensagens eram recebidas em sequência, com o intuito de discutir questões relacionadas com potencial saturação do feedback. Este cenário reforça preocupações identificadas no estudo anterior sobre perda de controlo, competição pela atenção e risco de sobrecarga.

A narrativa incluía vários momentos do dia (acordar, deslocação, atividade intensa no trabalho e regresso a casa), cada um associado a um nível distinto de atividade física, sempre que uma mensagem surgia nesses momentos, o protótipo reproduzia o som correspondente ao nível simulado. O som utilizado evoluía de forma progressiva, refletindo o aumento do nível de atividade física ao longo do dia. Ao longo do processo de desenvolvimento, o som utilizado foi sendo ajustado com base no feedback recolhido nos testes-piloto. Inicialmente, foi testado um som semelhante a um batimento cardíaco, posteriormente substituído por uma tempestade de intensidade crescente, culminando na versão final: um som de passos cuja cadência aumentava progressivamente. Esta evolução resultou da necessidade de encontrar um som mais natural e intuitivo representativo de progressão física.

Este cenário permitiu explorar a percepção de feedback que representava evolução do nível de atividade física, bem como a competição pela atenção entre o feedback *glanceable* e outras exigências do contexto de trabalho, e potencial saturação do feedback.

5.3.3 Manipulação de vozes existentes na verificação das horas

Neste cenário, o participante encontrava-se num dia típico que incluía interações em contextos públicos e privados (trabalho e casa). A interação principal consistia na verificação das horas no telemóvel, uma ação frequente e recorrente, assumida como o ato de clicar no botão lateral para acender o ecrã, por ser o gesto mais comum e ocorrer com maior frequência do que o próprio desbloqueio.

Para suportar este cenário, o protótipo reproduzia a voz correspondente ao nível de atividade física simulado sempre que o participante verificava as horas no guião. Em vez de introduzir sons adicionais, o feedback foi integrado através da voz usada pelo telemóvel para representar a hora (o text-to-speech). A entoação da voz variava de acordo com o nível estimado de atividade física. Foram utilizadas três variações de entoação associados a diferentes níveis de atividade física: uma entoação calma para períodos de menor atividade, uma entoação neutra para níveis moderados e uma entoação mais entusiasmada para níveis mais elevados de progresso diário.

Este cenário permitiu explorar de que forma a adaptação de sons já existentes e usados num sistema podia funcionar como feedback *glanceable*, sem acrescentar novos estímulos sonoros. Além disso, procurou compreender-se em que medida este tipo de feedback auditivo integrado poderia coexistir com outras funcionalidades de acessibilidade do telemóvel (ex.: talkback do android), sem criar uma sobrecarga cognitiva ou interferir com a acessibilidade habitual do dispositivo.

5.3.4 Manipulação de vozes familiares no uso quotidiano do telemóvel

Este cenário colocava o participante num dia típico em contexto privado. A narrativa assumia que o participante tinha uma relação emocional diferenciada com determinadas personagens de animação, nomeadamente uma forte simpatia pelo Mickey Mouse, e uma menor afinidade pelo Pato Donald. Esta premissa permitiu incorporar elementos de familiaridade e caráter lúdico no contexto de utilização, tal como sugerido no Estudo 1.

A interação distribuía-se por dois momentos distintos, refletindo uma presença pouco frequente do feedback nesse dia. No primeiro momento, após uma manhã de menor atividade física, o participante consultava um artigo previamente guardado, cujo título era lido pelo protótipo com a voz da personagem menos favorita. No segundo momento, já ao final da tarde, verificava as notificações recebidas ao longo do dia, sendo a barra de notificações lida com a voz da personagem preferida. Estas interações foram selecionadas por combinarem uma ação mais pessoal e única com outra mais comum e transversal, mas que ainda assim ocorre com menor frequência do que outras ações exploradas noutros cenários. Para além do feedback auditivo, o cenário incluía vibrações cujo ritmo e intensidade se diferenciavam consoante o nível de atividade física.

Este cenário permitiu explorar o papel da familiaridade e ligação afetiva na motivação e envolvimento com o feedback *glanceable*, bem como a forma como estas dimensões operam em contextos mais privados e marcados por uma baixa frequência de receção de feedback ao longo do dia, sem comprometer a clareza da informação apresentada.

5.3.5 Suporte à Comparação de Objetivos

Neste cenário pretendeu-se testar a relação entre o cumprimento de um objetivo estipulado de atividade física e a motivação do utilizador, através da utilização de sons de celebração. O cenário iniciava-se com uma breve escolha por parte do participante, que indicava em que contexto considerava mais útil receber o feedback: “durante o dia” ou “durante o treino”. Esta decisão determinava a vertente narrativa apresentada de seguida, o que, por consequência, adaptava o contexto

à rotina quotidiana ou ao ambiente de exercício. Este cenário recupera uma sugestão emergente do Estudo 1, na qual se manifestou preferência por feedback exclusivamente positivo, desejando ouvir apenas sons com conotação encorajadora/positiva. (incluindo pequenos “empurrões” antes da meta.)

Em ambas as versões, o participante estabelecia previamente um objetivo (por exemplo, atingir 6.000 passos diários ou percorrer 10 km na passadeira), e o feedback sonoro era ativado apenas em momentos-chave: quando o objetivo estava prestes a ser atingido e no momento da sua concretização. Caso o participante ainda se encontrasse longe da meta, não era emitido qualquer som. A interação era feita ao desbloquear o telemóvel, um gesto frequente, escolhido para que o feedback surgisse de forma discreta e contextual. Foram utilizados dois tipos de sons: um som de pequenas palmas para sinalizar a proximidade da meta e um aplauso mais intenso e efusivo para marcar a conquista do objetivo. O feedback surgia com baixa frequência, o que significava que nem sempre que o telemóvel era desbloqueado o participante ouvia um som, este apenas era ativado quando o seu nível estava próximo do objetivo ou no momento do seu cumprimento.

Este cenário permitiu avaliar se o feedback associado ao cumprimento de metas podia reforçar a motivação do utilizador. Analisou-se, em particular, se sons com conotação celebratória funcionavam como estímulos positivos sem gerar pressão ou frustração, mesmo quando não cumpridos.

5.3.6 Evolução musical por camadas em contextos imprevisíveis

Neste último cenário, explorou-se a utilização de música como forma de feedback glanceable, através de um sistema de camadas, no qual cada incremento de esforço se traduzia na entrada de novos instrumentos, caracterizando a particularidade central deste cenário. À semelhança do cenário anterior, os participantes começavam por escolher o contexto público em que consideravam mais útil receber o feedback: “durante o dia” ou “durante o treino”. Esta ação determinava a versão narrativa apresentada, ou seja, se lhes seria apresentado um texto enquadrado numa rotina diária (com chamadas recebidas ao longo do dia) ou num contexto de treino (com chamadas associadas a diferentes momentos do exercício).

A interação foi desenhada para ocorrer em momentos imprevisíveis, através da receção de chamadas telefónicas. Esta escolha teve como objetivo simular situações de feedback não controlável, nas quais o utilizador não decide ativamente quando a informação é recebida, e onde pode existir competição de atenção entre a chamada e o próprio contexto em que o utilizador se encontra. Em cada chamada, o som associado incorporava novos elementos musicais no caso de um aumento do nível de atividade física: instrumentos adicionais eram introduzidos à medida que o utilizador demonstrava maior movimento ou esforço. Esta abordagem foi alinhada com as conclusões retiradas da reunião de co-design com o músico mencionado no capítulo de design, onde se discutiu o papel da estrutura musical como um potencial fator na motivação e no envolvimento do utilizador.

O objetivo central deste cenário foi avaliar se a incrementação sonora poderia comunicar intuitivamente ideias de melhoria e superação, bem como analisar o impacto emocional e o potencial de distração deste tipo de feedback em contextos imprevisíveis.

5.4 Análise de Dados

A análise dos dados do segundo estudo combinou abordagens qualitativas e quantitativas, de modo a articular as percepções subjetivas dos participantes com medidas objetivas de preferência e clareza.

Análise qualitativa. As entrevistas foram transcritas integralmente e analisadas segundo o método que Braun e Clarke referem como codebook thematic analysis [10]. Seguiu-se um processo misto, combinando uma codificação dedutiva e indutiva: a codificação iniciou-se com um codebook previamente desenvolvido no Estudo 1, usado como estrutura conceptual de partida para garantir continuidade entre estudos. Após uma primeira ronda de leitura e codificação, tornou-se evidente que alguns aspetos específicos dos cenários não eram plenamente captados pelo codebook original, por isso, o codebook foi expandido integrando novos códigos necessários para acomodar as ideias e padrões emergentes relacionados com as particularidades dos cenários e das diferentes características por eles exploradas.

Análise quantitativa. Foram analisadas as respostas de oito participantes relativamente à clareza percebida dos seis cenários, sendo que cada cenário corresponde a uma condição experimental distinta. Foram calculadas estatística descritiva (médias, desvios-padrão) para sumarizar como os participantes avaliaram a clareza e a probabilidade de uso atribuída a cada cenário. Dado o tamanho reduzido da amostra e a distribuição não normalizada dos dados, foram utilizados métodos não paramétricos para comparar condições, nomeadamente o teste de Friedman. Para analisar associações entre variáveis, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, adequado para dados ordinais e não paramétricos. Os resultados descritivos e inferenciais são apresentados em tabelas, com o objetivo de apoiar a interpretação comparativa entre cenários. Esta análise foi feita com o auxílio do software JASP ².

5.5 Resultados das Análises Quantitativas

Esta secção descreve os resultados da análise quantitativa realizada para identificar diferenças entre os cenários em termos de clareza e probabilidade de utilização. Esta análise assume um carácter exploratório e comparativo, o que permitiu avaliar (através de duas perguntas distintas) a facilidade de interpretação dos sons apresentados em cada cenário e a probabilidade de utilização da respetiva abordagem pelos participantes.

5.5.1 Facilidade de interpretação dos Cenários

A análise revelou que todos os cenários foram percebidos como facilmente interpretáveis, indicando que os participantes compreenderam bem os sons e as situações descritas em cada cenário. A média das classificações situou-se entre 4.00 e 4.88, com desvios-padrão entre 0.35 e 1.07, sendo que o cenário 5 (suporte à comparação de objetivos) apresentou a média mais alta ($M = 4.88$,

²JASP – A Fresh Way to Do Statistics. Disponível em: <https://jasp-stats.org/>.

$SD = 0.35$), enquanto o cenário 6 (Evolução musical por camadas em contextos imprevisíveis) registou a mais baixa ($M = 4.00$, $SD = 1.07$).

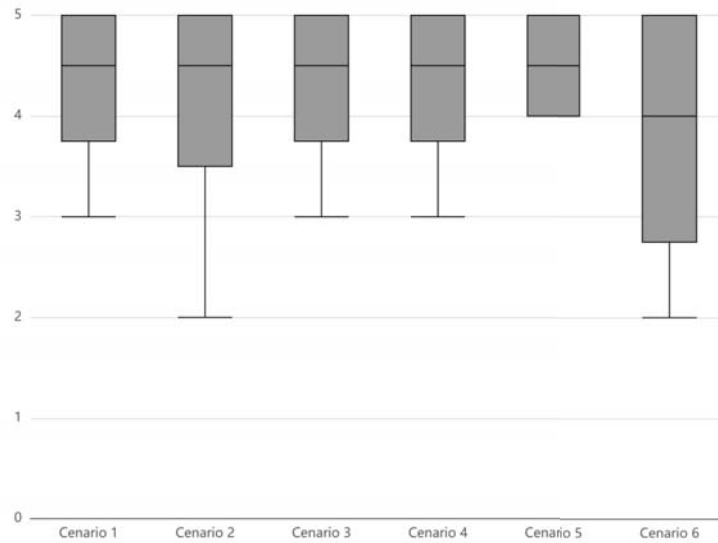


Figura 5.1: Distribuição das avaliações de clareza nos seis cenários, representada através de box plots.

Dado a natureza ordinal das escalas de Likert utilizadas, optou-se pela aplicação de testes não paramétricos nas análises subsequentes. Para verificar as diferenças entre as condições experimentais, recorreu-se ao teste de Friedman.

As hipóteses estabelecidas foram:

- H_0 : A facilidade de interpretação dos sons é equivalente entre os seis cenários;
- H_1 : Pelo menos um dos cenários apresenta uma facilidade de interpretação diferente dos restantes.

O resultado do teste de Friedman não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os seis cenários, $\chi^2(5) = 4.24$, $p = .52$, $W = .11$. Dado que o valor de p foi superior a 0.05, não foi possível rejeitar a hipótese nula (H_0), concluindo-se que o teste não forneceu evidência estatística de que a facilidade de interpretação difira entre os cenários.

De forma geral, estes dados demonstram que todos os cenários foram claros e adequadamente percebidos, o que sugere que as soluções de comunicação sonora desenvolvidas foram efetivamente compreendidas pelos participantes e que o conceito de *glanceability* apresenta potencial para ser adaptado a contextos não visuais.

5.5.2 Probabilidade de Uso

De forma geral, os participantes atribuíram uma elevada probabilidade de uso a todos os cenários, não se observando diferenças claras entre as diferentes abordagens propostas. As médias variaram

entre 3.88 e 4.88, com desvios-padrão entre 0.64 e 1.11. O cenário 5 (Suporte à comparação com objetivos) obteve novamente a pontuação média mais elevada ($M = 4.88$, $SD = 0.35$), enquanto o cenário 6 (Evolução musical por camadas em contextos imprevisíveis) apresentou o valor mais baixo ($M = 3.88$, $SD = 1.11$).

Dado a natureza ordinal das escalas de Likert utilizadas, optou-se novamente pela aplicação de testes não paramétricos. Para verificar diferenças entre as condições experimentais, recorreu-se ao teste de Friedman.

As hipóteses estabelecidas foram:

- H_0 – A probabilidade de utilização atribuída pelos participantes é equivalente entre os seis cenários;
- H_1 – Pelo menos um dos cenários apresenta uma probabilidade de utilização diferente dos restantes.

O teste de Friedman não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os seis cenários, $\chi^2(5) = 5.19$, $p = .393$, com uma concordância baixa entre participantes (Kendall's $W = .13$). Dado que o valor de p foi superior a 0.05, não foi possível rejeitar a hipótese nula (H_0).

Assim, conclui-se que os participantes avaliaram de forma semelhante a probabilidade de uso em todos os cenários e de forma relativamente alta, o que indica uma perceção positiva e consistente das diferentes abordagens sonoras propostas.

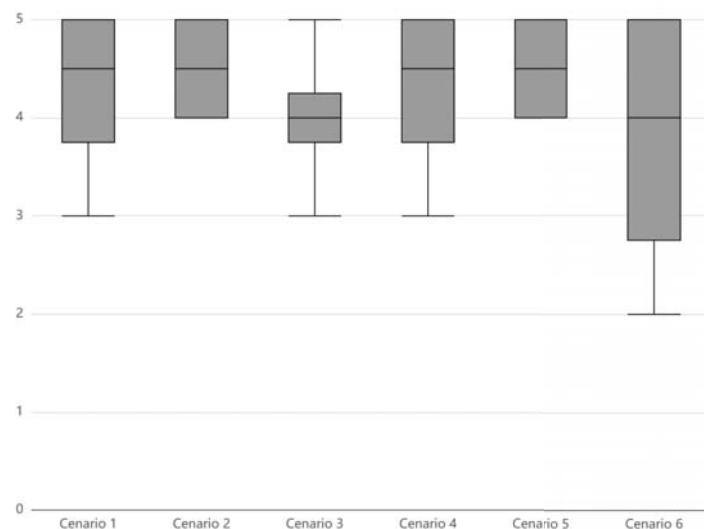


Figura 5.2: Distribuição das avaliações de probabilidade de utilização nos seis cenários, apresentada através de box plots.

5.5.3 Relação entre Clareza e Probabilidade de Uso

Uma análise exploratória que utilizou o coeficiente de correlação de Spearman revelou uma associação positiva forte entre a clareza percebida e a probabilidade de uso das abordagens apresenta-

das nos cenários ($r = 0.86$, $p = .029$). Este resultado sugere que cenários avaliados como mais claros tendem também a ser considerados mais prováveis de utilização pelos participantes. No entanto, esta relação não implica causalidade, nem permite concluir que a clareza seja o único fator determinante da intenção de uso, sendo possível que outros aspetos contextuais ou preferências individuais também influenciem esta percepção.

5.5.4 Discussão

Os resultados quantitativos indicam que os seis cenários foram, de forma geral, percebidos como claros pelos participantes.

A ausência de diferenças estatisticamente significativas sugere que nenhuma das soluções se destacou pela negativa, evidenciando um nível consistente de clareza e intenção de uso em todos os cenários, reforçando então a consistência do design das abordagens propostas. Estes resultados apoiam o objetivo do estudo ao demonstrar que diferentes formas de feedback sonoro podem ser compreendidas e aceites em contextos não visuais.

Contudo, é importante reconhecer que esta análise quantitativa está também mascarada por outros fatores que influenciam a percepção dos participantes, uma vez que os cenários eram bastante diferentes uns dos outros. Assim, os dados quantitativos devem ser entendidos sobretudo como um complemento à análise qualitativa e ajudar a validar percepções gerais de compreensão e aceitação.

De forma geral, as médias elevadas e consistentes sugerem que os participantes compreenderam e apreciaram praticamente todas as abordagens, não se destacando um cenário em particular. Este padrão indica que as diferentes estratégias sonoras exploradas são igualmente promissoras para apoiar interações *glanceable* em contextos acessíveis.

Finalmente, deve considerar-se que o tamanho reduzido da amostra ($N = 8$) limita o poder estatístico da análise, o que pode mascarar pequenas diferenças reais entre condições. Outros estudos futuros com amostras maiores e medidas complementares poderão aprofundar a compreensão da eficácia comparativa das diferentes abordagens.

5.6 Resultados da Análise Qualitativa

Esta secção apresenta os principais padrões identificados nas respostas dos participantes. Os temas descritos ajudam a contextualizar e interpretar as percepções recolhidas ao longo do estudo.

5.6.1 Preferências

Aqui sintetizamos as principais preferências manifestadas pelos participantes relativamente às formas de abstração sonora e aos modos de integração do feedback no seu quotidiano.

No domínio da abstração sonora, a opinião dos participantes revelou-se amplamente aberta, demonstrando disponibilidade para diferentes tipos de abstrações auditivas. No entanto, salientaram que essas abstrações deveriam ser acompanhadas de duas particularidades essenciais: a percepção de progresso e a existência de um objetivo. Ainda assim, registaram-se preferências por

abordagens alternativas. Entre estas, destacou-se o uso de música pelo seu potencial de privacidade, uma vez que, segundo o P1, pessoas desconhecidas não compreenderiam o significado do som. Outros participantes (P7 e P8) valorizaram vozes familiares ou de carácter lúdico (como a voz do Mickey) pela sua dimensão motivacional e pela componente divertida. Por fim, o feedback vocal foi preferido por um participante (P3), que o interpretou como cognitivamente menos exigente do que sons específicos.

Quanto à integração do feedback, o desbloqueio do telemóvel foi identificado como a solução mais prática e recorrente pela maioria dos participantes, representando um momento natural do quotidiano para receber o feedback. Contudo, esta preferência não foi unânime: o P8 considerou que ouvir sons ao desbloquear poderia tornar-se intrusivo em contextos públicos mostrando preferência pela integração do feedback no momento de leitura das notificações.

5.6.2 Progresso e Conquista como Funções Motivacionais do Feedback Sonoro

A perceção do progresso foi descrita como uma dos aspectos mais valorizadas nos cenários. Para muitos participantes, a experiência não residiu apenas em aceder ao progresso (algo que já o conseguem fazer), mas no facto de o progresso se tornar sonoramente presente sem necessidade de uma consulta ativa, criando uma sensação de presença contínua e acompanhamento ao longo do dia. O som, mais do que um simples sinal funcional, foi descrito como um uma manifestação auditiva do esforço. Para muitos, ouvir o progresso é sentir-se acompanhado e ter um um retorno auditivo do próprio movimento.

“É assim, eu acho que aqueles que indiquem progresso dão mais uma orientação da evolução do indivíduo ao longo do dia. Por isso prefiro sentir o progresso” (P1)

Para além da sensação de progresso, os participantes valorizaram a presença de um objetivo claro e definido. O objetivo foi descrito como o elemento que orienta a ação, conferindo sentido à atividade física. Vários participantes associaram metas concretas a uma maior vontade de se empenhar, referindo como um som que demonstrasse progresso em relação a esse objetivo e cumprimento desse objectivo poderia reforçar persistência, mesmo em momentos de menor motivação.

“É sempre bom ter uma meta, tipo um objetivo para cumprir. A pessoa, quanto mais desafio tiver, mais se esforça para atingir o objetivo de hoje.” (P5)

O som final de celebração foi referido como a materialização dessa conquista, funcionando não só como recompensa imediata, mas também como um incentivo emocional para continuar no dia seguinte.

“Quando ouço o som de celebração sinto que ganhei o dia.” (P3)

Esta representação do esforço/progresso do som assume particular relevância para participantes cegos, funcionando como uma forma de validação sensorial. Ouvir o som final não representa

apenas o cumprimento de uma meta, mas a confirmação de um percurso bem-sucedido, como referido pelo P7:

“Para pessoas cegas e congênitas, que só aprendem com os sons, é muito significativo: ouvir, tocar, validar, é o som que confirma que encontramos o caminho.” (P7)

O entusiasmo em torno destes dois elementos (o progresso e o objetivo) foi tal que alguns participantes sugeriram combiná-los numa experiência sonora contínua, em que um som acompanha a jornada e, ao mesmo tempo, outro assinala a sua conclusão. A ideia de unir as duas dimensões revela o desejo de uma narrativa sonora mais completa, capaz de motivar ao longo do percurso e recompensar no momento final.

“Deve haver sons ao longo do dia e no fim um som especial de objetivo.” (P6)

Um dos participantes salientou ainda que o som não precisa de transmitir celebração de forma explícita, o essencial é que exista uma diferenciação clara de quando o objetivo é alcançado.

“Ou seja, o primeiro som (o som de progressão) pode ser sempre o mesmo, como som a ter uma evolução gradual. Mas depois, o último som deve ter ali algo que o distinga dos outros, com um passarinho ou com... simboliza o objetivo cumprido” (P2)

Adicionalmente, surgiu a ideia de os objetivos não precisarem de ser estáticos, mas evoluir de acordo com o desempenho e o ritmo do utilizador. Um participante referiu que, tal como o som traduz o progresso diário, o próprio objetivo poderia também ajustar-se progressivamente e acompanhar o aumento da atividade física na possibilidade de promover um sentido de desafio constante.

“Acho que o objetivo não deve ser estático, deve ir aumentando, por exemplo: hoje são dez mil passos, amanhã onze, depois doze...” “Talvez a abordagem evolutiva fosse melhor, porque a pessoa normalmente tem sempre o objetivo de aumentar o número de passos, por motivos de saúde ou até por se sentir à prova.” (P4)

No seu conjunto, estes relatos revelam um equilíbrio delicado entre o som que acompanha e o som que recompensa. O som do progresso cria presença e continuidade, enquanto o som da conquista oferece sentido. Neste segundo estudo, os participantes destacaram que os sons deveriam motivar, algo alcançável essencialmente através da perceção de progresso e da conquista de objetivos. Já no primeiro estudo, as opiniões mostraram-se mais divididas, oscilando entre uma função meramente informativa ou motivadora. Aqui, contudo, a motivação emerge como elemento central e vivido: os sons não apenas transmitem informação, mas sustentam o envolvimento emocional do utilizador.

5.6.3 Presença, Controlo e Continuidade da Experiência

As respostas dos participantes revelaram uma tensão recorrente entre a necessidade de presença do sistema e o desejo de manter controlo sobre quando e como o feedback é recebido. Muitos descrevem a importância de ter interações controladas, nas quais o feedback pode surgir de forma subtil, quase subconsciente, mas ainda assim com uma sensação de agência onde o utilizador sabe que o feedback resulta de uma ação sua, e não de algo automático.

Um aspeto central neste tema é a importância do controlo percebido. Muitos participantes valorizaram interações nas quais o feedback surge como consequência de uma ação sua, mesmo quando essa interação é subtil. Este “semi-controlo” foi reforçado por participantes como dando a sensação de agência e contribuindo para que o sistema fosse percebido como um companheiro ajustável, e não como um objecto intrusivo.

“Desbloquear o telemóvel é melhor porque tenho mais controlo ao receber as coisas.”

(P1)

A personalização surge como uma extensão natural deste controlo, permitindo aos utilizadores escolher sons, vozes ou modos de interação de acordo com as suas preferências. Esta flexibilidade foi vista como essencial para preservar a longevidade do sistema, evitando cansaço ou desmotivação associados à repetição excessiva ou à falta de adaptação ao contexto.

“As pessoas gostam de coisas personalizáveis, de poder escolher sons. O ideal seria termos um menu que pudéssemos escolher” (P1)

Outros destacaram igualmente a importância de poder ajustar a intensidade da presença sonora ao longo do tempo, incluindo a opção de desativá-la temporariamente quando necessário.

“Eu gostei da interação e gostei dos sons (...), mas, se calhar, ia chegar a uma altura que era capaz de, por uns tempos, desativar as notificações.” (P2)

Para um participante, esta necessidade de personalização é reforçada pelo carácter profundamente individual da familiaridade sonora. Como referiu P5, aquilo que é percebido como familiar ou envolvente varia de pessoa para pessoa, acentuando a importância de permitir escolhas flexíveis.

“As vozes familiares são mais divertidas e aumentam o envolvimento. Sendo familiares são diferentes a cada um” (P5)

De igual forma, a possibilidade de adaptar o tipo de feedback ao ambiente ou à situação social (escolhendo por exemplo: entre sons, vibrações ou diferentes níveis de expressividade) foi vista como um meio de evitar constrangimentos e manter o conforto de uso.

“Gostava que houvesse duas abordagens que a pessoa pudesse escolher. Em local público era uma e, em local privado, seria outra.” (P4)

“Quando quisesse que fosse uma utilização mais discreta, iria utilizar os passos. Quando tivesse um ambiente mais descontraído, provavelmente a dos desenhos.” (P8)

Por outro lado, os participantes identificaram limitações associadas à dependência de eventos imprevisíveis, como chamadas ou mensagens. Quando estes eventos não ocorrem, o sistema “fica em silêncio”, quebrando a continuidade da experiência e potencialmente enfraquecendo a motivação, como mencionado por vários participantes (P1, P3, P4, P6, P8). Para mitigar este problema, os participantes sugeriram ancorar o feedback em ações universais e recorrentes, como verificar as horas ou desbloquear o telemóvel, assegurando uma presença mínima e contínua do feedback *glanceable*.

Alguns participantes chegaram ainda a propor soluções alternativas mas parecidas com as características que acompanham as mensagens e as chamadas (incontroláveis e imprevisíveis). Propuseram, por exemplo, integrar o feedback em notificações do mesmo género, mas que estas possam ser mais frequentes (ex.: redes sociais ou mensagens instantâneas).

“No caso de a pessoa não receber nenhuma mensagem, poderíamos tentar transportar isso para uma notificação no WhatsApp ou outra rede social qualquer.” (P8)

A frequência das interações precisa, assim, de ser garantida por design. O sistema deve antecipar falhas humanas e sobreviver à ausência de eventos específicos. Deve manter viva a narrativa motivacional, mesmo nos dias de silêncio. Num equilíbrio entre a autonomia e a consistência, o desafio está em criar um sistema que respeite o controlo do utilizador, mas que também saiba manter-se presente. Um sistema que não exige, mas acompanha; que fala quando o utilizador o convida, mas que nunca o deixa sentir-se esquecido.

5.6.4 Coerência Semântica no Feedback Auditivo

Os resultados mostraram que o feedback *glanceable* falha quando existe incoerência semântica entre o som, o conteúdo e o contexto da interação. Esta falha tornou-se evidente quando a carga emocional e simbólica dos sons interferiu com a interpretação das mensagens: sons alegres foram percebidos como inadequados para conteúdos tristes, e vozes cómicas (como a do Pato Donald) transformaram momentos sensíveis em situações desconfortáveis.

“O Donald não pode ler mensagens tristes.” (P4)

Este efeito também se manifestou quando os participantes atribuíram diferentes significados às chamadas, ajustando as suas expectativas sobre a natureza da interação com base no carácter do som.

“A música animada fazia pensar que era uma chamada de um número privado, e a lenta parecia de um amigo.” (P6)

Uma terceira manifestação deste fenómeno surgiu quando os participantes identificaram desconforto sempre que o tom da voz ou da música não correspondia ao conteúdo da mensagem, descrevendo estes casos como distorções da experiência da interação.

“Estar a ouvir o livro naquela voz tão eufórica distorcia a história, parecia que lia uma coisa triste a rir.” (P1)

Ao mesmo tempo, vimos que esta coerência sonora não era uma questão absoluta. Sons como tempestades ou respiração foram interpretados de forma divergente entre participantes, sendo associados tanto a stress e mau-estar como a energia, movimento ou progresso. Estas leituras contrastantes evidenciam o carácter subjetivo da interpretação sonora.

“A má atividade física seria para a tempestade e para os passarinhos uma boa atividade.” “Mas também é interessante ver ao contrário, porque quando há tempestade quero sair rapidamente dessa situação, isso até aumenta a minha atividade física.” (P8)

“A tempestade era algo do género... muito agitado, correria de manhã, mais atividade física.” (P4)

Além de transmitirem informação, os sons também despertam reações emocionais que moldam a forma como o utilizador interpreta o sistema. O som da respiração, por exemplo, foi descrito por alguns participantes como preocupante e sugeria uma leitura mais negativa do que aquela que se pretendia. Em conjunto, estes resultados indicam que o design de feedback *glanceable* deve considerar não apenas a clareza ou a brevidade do som, mas também o seu significado emocional e simbólico, reconhecendo a necessidade de personalização para acomodar diferentes interpretações e preferências individuais.

5.6.5 Competição pela Atenção

O feedback *glanceable* perde eficácia quando compete diretamente com uma tarefa prioritária. Os participantes revelaram que a atenção auditiva é fortemente condicionada pelo contexto e pela tarefa em curso, tal como já observado no Estudo 1, e aqui reforçado. Quando o utilizador está focado numa ação principal (como atender uma chamada, consultar notificações ou interagir com o leitor de ecrã) o som do feedback tende a passar despercebido e pode até ser interpretado apenas como um ruído secundário. O foco dirige-se à tarefa, e não à camada sonora adicional, que perde assim relevância imediata.

“Porque ao receber a chamada está relacionado com a pessoa que tá a chamar, não é? (...) Eu quando o meu telefone toca, eu não presto atenção no som, presto atenção no nome da pessoa.” (P7)

Este fenómeno demonstra uma competição significativa pela atenção. Em situações de maior carga cognitiva (como o uso simultâneo de tecnologias assistivas, por ex.: leitores de ecrã) ou em ambientes movimentados, o som tem ainda menos probabilidade de ser processado de forma consciente.

“No correr do dia a dia, posso não estar tão concentrada para prestar atenção na intuição da voz ou na emoção da pessoa. Posso estar ali só a carregar no botão para ouvir as horas e não prestar atenção.” (P5)

Alguns participantes mencionaram ainda que o excesso de sons ou mensagens simultâneas pode criar uma sobrecarga sensorial. Isto leva a uma rejeição parcial do feedback. Como referiu uma participante:

“já o leitor de ecrã transmite tanta informação... seria só mais uma” (P8).

Em síntese, os resultados mostram que a eficácia do som depende tanto da sua clareza quanto do momento em que este ocorre. Um feedback sonoro não será significativo se surgir em competição direta com uma tarefa prioritária, especialmente em contextos de multitarefa digital.

Capítulo 6

Discussão

O presente capítulo discute os principais resultados obtidos nos dois estudos realizados que exploraram a aplicação dos princípios de *glanceability* em contextos visuais e auditivos. O objetivo é compreender de que forma estes princípios (originalmente definidos para interfaces visuais) podem ser adaptados ou reinterpretados quando aplicados ao som. Desta forma, procuramos olhar e discutir os nossos resultados sobre como podemos desenvolver tecnologias de saúde para pessoas cegas que suportem interações *glanceable* com dados de saúde.

6.1 Consistência dos Resultados entre os Dois Estudos

Os resultados do segundo estudo confirmam e aprofundam vários padrões observados anteriormente e reforçam a consistência das percepções dos participantes sobre o papel do som enquanto forma de feedback.

Em primeiro lugar, mantém-se a valorização do feedback com carga afetiva e emocional. Em ambos os estudos, os participantes continuam a relacionar os sons com o humor, familiaridade ou valor simbólico a uma experiência mais envolvente e motivadora. O som não é apenas um meio informativo, serve também como um elemento de companhia, capaz de criar proximidade emocional e sustentar a motivação. Esta dimensão lúdica e pessoal reaparece como um dos fatores centrais para o envolvimento prolongado com o sistema.

De igual modo, reforça-se a importância da integração natural nas rotinas quotidianas. As interações breves e recorrentes com o telemóvel (como verificar as horas, ler notificações ou desbloquear o ecrã) continuam a ser percebidas como momentos ideais para a entrega do feedback. Estas ações são universais, exigem pouco esforço e encaixam facilmente no fluxo da vida diária, o que lhes confere um papel privilegiado na manutenção do contacto entre utilizador e sistema.

Por fim, mantém-se a atenção ao contexto e à privacidade. Em ambos os estudos, os participantes continuam a sublinhar a necessidade de adaptar o som ao ambiente em que se encontram, seja em espaços públicos, privados ou ruidosos. Esta preocupação com o enquadramento reforça a ideia de que o design do feedback deve ser sensível ao contexto e permitir flexibilidade de escolha, garantindo o conforto e a adequação em diferentes situações.

6.2 Ganceability enquanto Modelo Multimodal

Nesta secção são analisados os princípios da *ganceability* no visual e no auditivo, evidenciando paralelos e especificidades de cada um dos meios, com base nos resultados dos nossos estudos.

6.2.1 Princípios Transversais entre os Domínios Visual e Auditivo

Os primeiros dois princípios (Abstração e Integração com atividades existentes) correspondem a dimensões teóricas e conceptuais que definimos e aprofundámos antes da realização dos estudos 3. Estes constituíam a base orientadora do design do feedback auditivo que pretendíamos investigar.

Já os princípios seguintes emergem diretamente das interações, reações e interpretações dos participantes durante os estudos. Embora consistentes com o que foi lido no enquadramento teórico da *ganceability*, estes não tinham sido previamente estudados tão em detalhe para contexto não visual e surgiram como extensões naturais ou confirmações observadas no terreno.

Abstração:

Nos resultados do nosso estudo, observou-se que as abstrações auditivas apresentadas foram compreendidas e valorizadas. Os participantes conseguiram interpretar os sons curtos e distintos como indicações de progresso, sucesso ou possíveis melhorias, mesmo sem explicações adicionais. Esta interpretação espontânea demonstra que o som pode funcionar como uma metáfora auditiva eficaz numa compressão simbólica de dados complexos em estímulos simples, facilmente reconhecíveis e dotados de carga emocional.

Além disso, os participantes destacaram ainda que sons familiares e divertidos facilitam o reconhecimento rápido da informação e existe uma possível motivação associada, o que sugere que a eficácia da abstração sonora depende tanto da sua simplicidade quanto da sua expressividade emocional. Tal como as metáforas visuais nos displays *ganceable*, estas abstrações auditivas tornam a informação mais memorável e afetiva, o que promove um envolvimento sensorial que complementa a experiência funcional.

A literatura sobre displays *ganceable* destaca a abstração como um princípio fundamental, uma vez que permite condensar dados complexos em representações simples e de leitura imediata. Trabalhos anteriores mostram que esta simplificação reduz o esforço cognitivo e facilita a interpretação rápida, seja através de gráficos resumidos ou metáforas visuais que comunicam estados de progresso de forma intuitiva [14, 26, 5]. Os resultados deste trabalho revelam um paralelismo direto: a abstração sonora, ao traduzir níveis de atividade em sons foi igualmente reconhecida e valorizada pelos participantes. De forma semelhante, a familiaridade percebida pelos participantes encontra semelhanças na literatura sobre auditory icons, que exploram sons familiares do quotidiano para transmitir significado de forma imediata [29]. Este enquadramento fornece a base conceptual para compreender como processos equivalentes podem ser explorados no domínio auditivo.

O design de feedback auditivo *ganceable* deve privilegiar sons simples e claramente distinguíveis. A utilização de sons com valor pessoal ou com tonalidades divertidas demonstrou

facilitar o reconhecimento e aumentar a motivação, sugerindo que a eficácia da abstração sonora depende tanto da clareza estrutural como da sua expressividade emocional.

Integração com atividades existentes: Os resultados do nosso estudo revelam que os participantes valorizam uma integração natural do feedback auditivo e háptico nas suas rotinas quotidianas. Tal como descrito no princípio de integração com atividades existentes dos displays *glanceable*, o feedback é percebido como mais útil e conveniente quando ocorre em momentos já familiares, sem exigir atenção dedicada ou mudanças de comportamento. Isto acontece porque, ao surgir num estado atencional já orientado para a interação, reduz o esforço cognitivo necessário para o processar e evita a interrupção do fluxo das atividades. Ao não requerer alterações de comportamento, minimiza o custo percebido pelo utilizador, permitindo que o feedback se integre de forma subtil e sustentável no quotidiano, em vez de competir por atenção ou introduzir fricção adicional.

Nos sistemas *glanceable* visuais, estudos anteriores mostram que a eficácia decorre frequentemente da colocação dos displays em locais de acesso imediato, como o plano de fundo do telemóvel ou relógio [14] [26] ou a periferia do campo de visão [5]. De forma paralela, os participantes do nosso estudo expressaram a necessidade de que o feedback auditivo estivesse igualmente integrado em ações quotidianas já existentes, como desbloquear o dispositivo, consultar notificações, aceder à lista de contactos ou ouvir a voz do leitor de ecrã de forma modificada.

As principais implicações de design que emergem destes resultados são que o feedback deve ser acionado em pontos de contacto que já fazem parte das rotinas do utilizador, deve aproveitar interações inevitáveis e frequentes para reduzir o esforço cognitivo adicional. Em conjunto, estes pontos indicam que a eficácia do feedback depende não só da forma de se abstrair (tipo de som) mas também da sua capacidade de se inscrever harmoniosamente nos padrões de utilização existentes.

Consistência: A consistência é um princípio central tanto no design visual quanto no auditivo, mas os resultados dos estudos mostram que este princípio manifesta-se de forma distinta entre os dois domínios. Nos sistemas visuais *glanceable*, a consistência é fundamental para garantir uma previsibilidade na disposição dos elementos e facilitar a leitura de padrões. Já no auditivo, observou-se que a variação (e não necessariamente a repetição) pode também ser uma forma de potenciar a eficácia do feedback. Sons contrastantes (como o ambiente calmo ao som de passarinhos ou o som intenso de uma tempestade) revelaram-se úteis na comunicação de estados diferentes de progresso e despertaram uma maior atenção e envolvimento emocional.

Criação de hábitos de verificação: Nos sistemas visuais, a *glanceability* é favorecida pela frequência de consulta, o hábito de “dar uma olhadela” no ecrã para verificar o progresso. No auditivo, a dinâmica é diferente: o feedback deve ser suficientemente regular para manter a perceção do progresso, mas sem se tornar intrusivo ou cansativo. Os estudos revelaram que a frequência sonora é um fator determinante na criação de hábitos auditivos de verificação e funciona como um

lembrete sutil de presença e continuidade. O som, quando emitido num ritmo adequado, estimula uma forma de atenção intermitente e natural, o que faz isto aproximar-se, por exemplo, da função que o olhar tem nos sistemas visuais *glanceable*.

Ação imediata: Um princípio partilhado por ambas as modalidades é o de promover a ação imediata e contextual. Nos visuais *glanceable*, isto é conseguido através de cores ou até de formas que convidam à resposta rápida (ex.: um gráfico a vermelho). No auditivo, o som desempenha a função análoga: sinais de caráter conclusivo ou motivacional podem induzir o utilizador a agir ou refletir sobre o seu comportamento. Nos nossos estudos, certos sons despertaram reações emocionais instantâneas como sorrisos e curiosidade, alguns sugerindo que os mesmos lhes dariam vontade de continuar. Isto sugere que o som não apenas informa, mas também pode motivar.

Alinhamento com as expectativas dos utilizadores: A *glanceability* é eficaz quando o design se alinha com modelos mentais e expectativas dos utilizadores. No domínio visual, isto traduz-se em ícones e formas familiares; no auditivo, em sons reconhecíveis e contextualmente apropriados. Nos estudos, observou-se que os participantes interpretaram mais facilmente sons que remetiam a experiências quotidianas (como fórmula 1, personagens da Disney, garrafas de champanhe...). Este resultado confirma que a *glanceability* auditiva, tal como a visual, depende de uma base de familiaridade semântica, ou seja, quanto mais próximo o som estiver das referências do utilizador, mais rápido e natural é o seu reconhecimento.

Adaptação ao contexto: O princípio da adaptação ao contexto é crítico para o sucesso da *glanceability* auditiva e talvez traga algumas dificuldades acrescidas. Enquanto o canal visual permite uma consulta privada e controlada, o canal sonoro é partilhado e ambiental. Os estudos mostraram que o ambiente, o ruído, a presença de outras pessoas ou a utilização de leitores de ecrã em público pode influenciar significativamente a eficácia do feedback auditivo.

Comparação com objetivos e normas: Nos sistemas visuais *glanceable*, a comparação com objetivos e normas é geralmente apoiada por representações espaciais que permitem uma leitura imediata do desempenho face a uma meta. No domínio auditivo, esta comparação é traduzida em variações temporais que comunicam um avanço ou uma estagnação. Nos estudos realizados, verificou-se que este tipo de feedback foi um dos elementos mais referidos e valorizados pelos participantes e foi ainda considerado essencial para a compreensão do próprio desempenho. A perceção de progresso revelou-se determinante para sustentar a motivação. Em conjunto, a concretização de um objetivo estipulado foi claramente identificável através do som (marcada por um evento auditivo distinto e positivo) o que reforçou o sentido de realização e celebração.

Não intrusivo: A não intrusividade é, novamente, um ponto muito sensível da *glanceability* auditiva. Enquanto um elemento visual pode permanecer visível sem interferir com outras tarefas, um

som ocupa o espaço atencional de forma imediata e inescapável. Nos estudos, os participantes destacaram a importância de sons que não interrompam o foco ou causem algum tipo de desconforto, nomeadamente através da sobreposição de sons ou estímulos que eventualmente os faça distrair do que pretendem fazer. Esta preocupação reflete o mesmo princípio que orienta o design visual subtil, mas com um grau adicional de exigência: no canal auditivo, a intrusão é percebida mais fortemente e pode afetar a aceitação da tecnologia. O design *glanceable* sonoro deve, portanto, procurar a presença sem imposição.

Distinção entre elementos: Nos sistemas visuais *glanceable*, a distinção é alcançada por contraste de cor, forma, tamanho, imagens, etc. . . No domínio auditivo, esta diferenciação incide sobre as características e diferenças do som. Os nossos estudos mostraram que sons demasiado semelhantes poderiam criar alguma confusão, nomeadamente se ouvidos em ambientes mais complexos, o que dificultava a interpretação rápida dos mesmos. Assim, o princípio da distinção mantém-se transversal, mas exige uma conceção cuidadosa das qualidades acústicas, de modo a garantir que cada som possua uma identidade auditiva clara e memorável.

Estética: Por fim, a estética desempenha um papel central na sustentabilidade da *glanceability*. Num contexto visual, um design atraente mantém o interesse e reforça o vínculo emocional com o dispositivo. No que toca ao auditivo, a estética está associada ao prazer sonoro e à expressividade. Os estudos comprovaram que os sons considerados “agradáveis”, “divertidos” ou “familiares” aumentaram o envolvimento dos participantes e transformaram o feedback num elemento de companhia e motivação. O resultado sublinha que o som não é apenas um canal funcional mas também afetivo, capaz de criar uma relação pessoal com o utilizador, de modo semelhante à forma como as interfaces visuais esteticamente cuidadas criam apego.

6.2.2 Especificidades da Glanceability Auditiva

A análise comparativa demonstra que os princípios fundamentais da *glanceability* (como os falados anteriormente) são até algo transversais entre os domínios visual e auditivo. Ambos procuram comunicar informações de forma imediata, com uma carga mínima cognitiva e sem interromper a atividade principal do utilizador. No entanto, o modo como estes princípios são concretizados difere substancialmente devido à natureza dos canais sensoriais envolvidos. O canal visual é espacial e reversível porque permite ao utilizador voltar a olhar, comparar e explorar as informações ao seu próprio ritmo. Por outro lado, o canal auditivo é temporal, efémero e altamente contextual, uma vez que o som acontece num instante e desaparece, o que exige uma clareza imediata, coerência semântica e uma gestão cuidadosa da frequência para evitar possíveis sobrecargas, distrações ou até uma competição direta com outros sons funcionais como, por exemplo, tecnologias assistivas.

A *glanceability* auditiva pode até, por outro lado, acrescentar uma dimensão mais emocional e pessoal à interação. Através dos sons, o feedback torna-se expressivo e cria uma ligação afetiva com o utilizador, reforçando consequentemente a motivação. Embora o feedback visual também

possa evocar emoção através da cor e da forma, o auditivo tende a fazê-lo de um modo mais direto. Estes factos são algo que emergiu também nos nossos resultados, onde os participantes mostraram uma preferência por sons pessoais e divertidos.

Outra diferença essencial está na dimensão situacional e social do som. Ao contrário do feedback visual, o som é público por natureza e partilhado no espaço. Isto introduz vulnerabilidades contextuais (como o constrangimento em ambientes sociais ou a perda de clareza em contextos ruidosos), exigindo que o design auditivo considere a privacidade, o contexto de uso e a adaptabilidade multimodal (ex. o uso de auriculares ou feedback háptico complementar).

Finalmente, os resultados indicam que a *glanceability* auditiva requer um controlo mais apurado do timing e da frequência, uma vez que o som se insere na temporalidade do quotidiano. O seu sucesso depende de uma integração fluida nas rotinas e de uma gestão equilibrada entre a presença e o silêncio. Pretende-se que informe sem interromper.

A análise demonstra que os princípios fundamentais da *glanceability* se mantêm, em grande medida, consistentes entre os domínios visual e auditivo. No entanto, a transposição destes princípios para o canal auditivo introduz desafios e oportunidades próprias, relacionadas com a natureza efémera, contextual e social do som. Estas diferenças não invalidam o modelo visual, mas antes sublinham a necessidade de ajustar e expandir o conceito de *glanceability* para que este abranja especificidades sensoriais e situacionais distintas.

6.3 Personalização

Os resultados dos dois estudos evidenciaram um conjunto de dilemas recorrentes na conceção de sistemas *glanceable* auditivos e refletiram a sua complexidade. Estes “trade-offs” de design não representam falhas, mas sim tensões inerentes à tentativa de conciliar diferentes dimensões sensoriais e sociais da interação auditiva.

Personalização vs. Universalidade Um dos dilemas mais evidentes prende-se com o equilíbrio entre os sons personalizados e os sons universais. Os sons adaptados a cada utilizador agem como reforço na ligação emocional e facilitam o reconhecimento individual, promovendo um sistema mais significativo. Contudo, esta individualização pode comprometer a consistência e a partilha de significados entre utilizadores diferentes. Por contraste, os sons universais (como o som da água ou o toque de um sino) asseguram uma compreensão imediata mas podem parecer impessoais ou pouco representativos.

Frequência vs. Sobrecarga Outro trade-off relaciona-se com a frequência do feedback auditivo. Uma emissão de sons mais frequente pode transmitir acompanhamento e motivação mas, ao mesmo tempo, a repetição excessiva pode criar uma saturação sonora e ainda uma perda de atenção seletiva, especialmente em ambientes já ricos em estímulos. A questão não está apenas em “quantas vezes” o feedback deve ocorrer, mas em “quando” e “com que intensidade”.

Motivação vs. Privacidade Uma terceira tensão emergiu entre a expressividade motivacional e a reserva pessoal. Sons mais marcantes ou icónicos (como o célebre “Siiim!” de Cristiano Ronaldo) podem causar entusiasmo e reforçar o sentido de conquista, mas em contextos públicos podem

provocar um certo desconforto ou constrangimento social. Assim, a mesma característica que motiva num espaço privado pode comprometer a privacidade noutra.

Emoção vs. Informação Por fim, o equilíbrio entre a emoção e a clareza informativa revelou-se talvez o mais subtil dos dilemas. Sons expressivos e simbólicos podem aumentar o envolvimento emocional, mas também introduzir uma ambiguidade semântica e confundir a leitura objetiva da mensagem. O desafio reside, assim, em determinar quando o som deve inspirar emoção (por exemplo, para motivar) e quando deve priorizar a clareza informativa.

6.3.1 O Papel da Personalização como Estratégia de Mediação

A relevância desta abordagem é também sustentada pela literatura sobre monitores de saúde, que destaca que os sistemas de monitorização pessoal devem acomodar diferenças individuais na forma como os utilizadores recolhem, interpretam e integram a informação nas suas rotinas quotidianas (Li, Dey & Forlizzi, 2010) [38]. De acordo com o modelo de Fogg [19], a eficácia de estímulos persuasivos, como o desencadear de um comportamento (ex: aumento de atividade física), depende igualmente da motivação e da perceção contextual do utilizador, o que reforça a necessidade de mecanismos personalizáveis capazes de se ajustarem às variações emocionais, sociais e situacionais.

A análise dos trade-offs e da literatura apresentada evidencia que o design de sistemas *glanceable* auditivos implica gerir tensões inevitáveis. A personalização surge, neste contexto, não como uma solução definitiva, mas como uma estratégia de mediação que permite ajustar essas tensões à diversidade dos utilizadores e dos seus contextos de vida.

Ao possibilitar que cada pessoa configure o tipo, a frequência ou o grau de expressividade sonora, o sistema torna-se mais adaptável, e respeita as preferências individuais e os ambientes de utilização de cada indivíduo. Em vez de procurar um equilíbrio universal, a personalização transfere esse equilíbrio para o utilizador ou, idealmente, permite que o sistema se ajuste dinamicamente ao mesmo.

Além disso, os resultados mostraram que a personalização sonora ganha força quando incorpora elementos pessoais ou lúdicos (como vozes conhecidas ou sons divertidos) capazes de reforçar o prazer e a motivação. Este tipo de apropriação afetiva demonstra que a personalização não é apenas uma questão funcional, mas também uma experiência emocional que sustenta o envolvimento e a continuidade da interação de cada um.

Deste modo, a personalização atua como um negociador entre o utilizador e o sistema. Não eliminando os dilemas do design, torna possível a sua coexistência e reflete a complexidade e a diferenciação do ser humano.

6.4 Temporalidade do Feedback

Os resultados mostram que a eficácia do feedback *glanceable* assenta num equilíbrio entre frequência e relevância. Os participantes apreciaram interações regulares que transmitissem acompanhamento contínuo, mas rejeitaram rapidamente mensagens repetitivas que deixavam de acrescentar

valor. Isto revela que a temporalidade do feedback deve ser adaptativa, ajustando-se tanto às variações reais da atividade física como aos ritmos diários do utilizador. A motivação, portanto, não depende apenas do conteúdo do feedback, mas da sua capacidade de surgir de forma oportuna.

Investigações anteriores indicam que os utilizadores consultam os seus relógios entre 60 a 80 vezes por dia [26][48], o que cria micro-oportunidades para fornecer feedback sem exigir um esforço deliberado. Mesmo quando o utilizador não tem a intenção explícita de verificar o seu desempenho, o simples ato de “espreitar” o dispositivo pode criar uma exposição involuntária mais eficaz ao feedback e ainda influenciar comportamentos subsequentes. Embora o nosso estudo não tenha quantificado estas interações, os participantes também atribuíram valor a esses momentos, desde que refletissem mudanças efetivas nos dados.

Esta dinâmica levanta, contudo, questões críticas sobre o momento e a agência no processo de receção de feedback. Será que as pessoas sabem quando querem receber feedback? Existe uma altura ideal para o fazer? Até que ponto o utilizador consegue identificar o melhor momento para receber uma notificação ou será preferível que o sistema decida autonomamente quando intervir (por exemplo, quando há um progresso relevante, uma inatividade prolongada, ou quando o utilizador parece disponível para agir)?

Os resultados sugerem que os utilizadores não conseguem definir de forma consistente o melhor momento para receber feedback, e que o sistema deve assumir um papel ativo na identificação de janelas oportunas baseadas no fluxo das atividades. O momento ideal revela-se, assim, situacional e dependente de transições e micro-rotinas do quotidiano. Este pode depender de um conjunto mais amplo de fatores que incluem não só o desejo de controlo do utilizador (como a decisão, ainda que subconsciente, de receber feedback) como também outros aspetos relacionados com o ritmo das interações e os estados de atividade. A frequência com que o feedback é apresentado, a sua periodicidade ao longo do dia e a sensibilidade a transições (como o início ou o final de uma atividade física) revelaram-se elementos decisivos para a perceção de utilidade e pertinência.

Em termos de design, a eficácia do feedback depende menos da escolha explícita do momento e mais da capacidade do sistema de se ajustar ao contexto do utilizador. Como os participantes não conseguem antecipar consistentemente quando a informação será útil, o feedback deve surgir de forma oportunista em janelas naturais de disponibilidade. Isto requer mecanismos adaptativos sensíveis ao contexto, mas com alguma margem de controlo do utilizador, garantindo que o feedback acrescenta valor sem gerar interrupções desnecessárias.

6.5 A Narrativa Sonora do Progresso e da Conquista

Os resultados revelaram que a sensação auditiva de progresso e conquista foi uma das experiências mais valorizadas pelos participantes. Ouvir o próprio progresso foi descrito como uma forma tangível de acompanhar o esforço e reconhecer o avanço, “sentir o som” tornou-se sinónimo de “ver o resultado”. Para muitos, o som funcionou como uma presença motivadora, um eco do seu esforço. Esta dimensão sensorial não apenas transmite informação, mas também constrói significado: ouvir o som da conquista equivale, para alguns, a confirmar o próprio sucesso. A

importância atribuída à existência de objetivos e metas reforça esta leitura e o som de progresso oferece continuidade, enquanto o som de conquista encerra um ciclo.

Entre estes dois polos (o som que acompanha e o som que celebra) surge uma tensão produtiva que define o potencial expressivo do feedback auditivo. A motivação não reside apenas no resultado final, mas também na jornada auditiva que o antecede. Alguns participantes sugeriram mesmo que os objetivos e os sons associados evoluíssem com o utilizador. Estes resultados vão ao encontro do que a Consolvo (2009) [14] observou no UbiFit Garden, onde o feedback contínuo e o acompanhamento visual do progresso reforçaram o envolvimento e o compromisso com as metas pessoais. Como referem os autores, “goals plus feedback is more effective than goals alone”, destaca que o acompanhamento regular do progresso “increases user engagement and strengthens the sense of achievement”. Esta dinâmica é coerente com a Goal-Setting Theory de Locke e Latham (2002) [40], teoria esta que também inspirou a Consolvo (2009) [14], segundo a qual metas específicas e desafiadoras, combinadas com feedback contínuo e compromisso, conduzem a um melhor desempenho. Assim, o som da conquista e o som do progresso podem ser compreendidos como traduções sensoriais destes princípios motivacionais.

Contudo, se o som pode ser um estímulo poderoso, o silêncio também desempenha um papel comunicativo e regulador. À primeira vista, pode parecer contraintuitivo: “como é que o silêncio pode ser feedback?” Mas nos contextos estudados, o silêncio emergiu como uma forma subtil e eficaz de gestão da atenção. Em sistemas *glanceable* auditivos onde há riscos de sobrecarga e distração, o silêncio pode atuar como feedback significativo pela ausência e indicar estabilidade ou falta de progresso. Este “intervalo sonoro” permite ao utilizador respirar, reduzir a fadiga cognitiva e distinguir momentos de relevância informativa. Entre a presença lúdica do som e a ausência significativa do silêncio, sublinha-se um princípio de design essencial: o silêncio também comunica. Quando usado estrategicamente, pode tornar o som mais expressivo, poupando-o para os momentos que verdadeiramente importam.

Estes resultados ensinam que o design de feedbacks auditivos eficazes deve ser pensado como uma narrativa sonora equilibrada, onde o som e o silêncio se complementam. A progressão sonora fornece direção e o som final celebra a conquista.

Capítulo 7

Conclusão

Esta dissertação investigou de que forma as pessoas cegas podem aceder rapidamente a dados de saúde através de interações glanceable em contextos não visuais. Partindo da predominância de interfaces visuais nos monitores de atividade física e das dificuldades de acessibilidade relatadas na literatura, este trabalho procurou compreender como o feedback auditivo e háptico pode apoiar interações breves e cognitivamente leves. Para tal, a investigação combinou uma revisão sistemática do estado da arte, entrevistas exploratórias com utilizadores cegos e um caso de estudo baseado em cenários de utilização fictícios, que permitiram aprofundar expectativas, necessidades e também preocupações que possam surgir relativamente a este tipo de sistemas.

Com base nestes resultados, esta dissertação propôs um conjunto de qualidades essenciais e princípios orientadores para o design de interações glanceable acessíveis, oferecendo assim um enquadramento conceptual que pode apoiar investigadores, profissionais de design, saúde e indústria tecnológica. Mais do que adaptar soluções existentes, este trabalho defende que futuras tecnologias de monitorização devem nascer inclusivas, considerando desde o início múltiplas modalidades sensoriais e diferentes realidades de uso.

De uma forma mais ampla, esta tese demonstra que a acessibilidade pode melhorar não apenas o acesso, mas também a motivação, a autonomia e o envolvimento continuado com tecnologias de saúde. Reconhece-se que já existe investigação consolidada sobre glanceability e monitores de atividade física; contudo, este trabalho contribui ao adaptar e expandir este conceito para modalidades não visuais e ao torná-lo mais inclusivo para pessoas cegas. Ao mesmo tempo que reforça a simplicidade, a personalização e a integração natural na rotina diária das pessoas, mostra que o feedback deve ser breve, emocionalmente adequado, sensível ao contexto social e suficientemente flexível para acolher diferentes preferências e estilos de vida. Mostra-nos, enfim, que estes fatores são essenciais para promover interações rápidas com baixo esforço cognitivo e verdadeiramente acessíveis.

De forma sintética, esta tese contribui para a literatura da seguinte forma: (1) uma adaptação e expansão conceptual de glanceability para modalidades auditivas e hápticas; (2) um conjunto de qualidades e princípios de design que operacionalizam essa adaptação e permitem orientar a criação de tecnologias de saúde acessíveis; e (3) evidência empírica de que feedbacks glanceable, têm impacto direto na interação de pessoas cegas com monitores de atividade física.

Apesar dos contributos alcançados, esta investigação apresenta algumas limitações. O tamanho reduzido da amostra condiciona a generalização dos resultados e pode ter limitado a identificação de diferenças entre condições. Além disso, os dados recolhidos basearam-se em autorrelato e discussão de cenários conceptuais, sem a utilização de um protótipo funcional, o que reduz a validade ecológica e impede a compreensão de comportamentos reais de uso prolongado. As sessões ocorreram em contexto controlado e não refletem ambientes sonoros quotidianos. Estas limitações não comprometem os resultados, mas sugerem a necessidade de estudos futuros mais amplos, longitudinais e baseados em protótipos reais.

7.1 Trabalho Futuro

Embora esta investigação tenha contribuído para ampliar o entendimento sobre interações glanceable acessíveis para pessoas cegas, permanecem ainda diversas oportunidades de aprofundamento. Em primeiro lugar, futuros estudos poderão beneficiar de amostras maiores e mais heterogêneas incluindo diferentes faixas etárias, níveis de literacia tecnológica e graus de experiência com monitorização de saúde. Este alargamento poderá permitir validar a generalização dos resultados e revelar potenciais variabilidades no uso, preferências e necessidades.

Outra direção relevante consiste no desenvolvimento e na avaliação de protótipos funcionais que integrem os princípios identificados nesta dissertação e sejam testados em dispositivos reais (como telemóveis ou relógios inteligentes). A implementação no quotidiano permitiria examinar não só a eficácia das interações glanceable, mas também os aspetos de usabilidade, personalização, interações contextuais, carga cognitiva entre outros fatores aprofundados nesta dissertação. Idealmente, estes estudos deveriam assumir uma natureza longitudinal, de modo a compreender como o feedback auditivo e háptico influencia a motivação e a manutenção de comportamentos de saúde ao longo do tempo, bem como fenómenos como a habituação, a rejeição, o desgaste sonoro ou a adaptação emocional.

Uma outra linha de investigação que também achamos promissora envolve a exploração de novas métricas glanceable que ultrapassem o carácter momentâneo do feedback. Isto inclui representações auditivas ou hápticas de evolução temporal, como: comparações entre dias, tendências semanais ou padrões de melhoria. De igual modo, futuros estudos poderão investigar como várias métricas de saúde podem ser comunicadas de forma simultânea ou integrada (por exemplo: passos, frequência cardíaca, níveis de stress ou sono) e garantir, na mesma, interações rápidas e de baixo esforço cognitivo.

Em última análise, esta dissertação reforça que a acessibilidade não deve ser entendida como um complemento ao sistema, mas como uma oportunidade de inovar e ampliar possibilidades ao criar tecnologias que respeitem a diversidade humana. Ao revelar necessidades e experiências, este trabalho lembra que cada decisão de design tem consequências reais. O futuro das tecnologias de monitorização de saúde será tanto mais promissor quanto mais centrado for nas pessoas que pretende servir. Que este trabalho inspire um futuro onde a informação é sentida e compreendida de forma eficaz e digna para todos.

Bibliografia

- [1] Carl Halladay Abraham, Bert Boadi-Kusi, Enyam Komla Amewuho Morny, and Prince Agyekum. Smartphone usage among people living with severe visual impairment and blindness. *Assistive Technology*, 34(5):611–618, 2022.
- [2] Victor Abiola Adepoju, Safayet Jamil, Mohammad Shahangir Biswas, and ABM Alauddin Chowdhury. Wearable technology in the management of chronic diseases: A growing concern. *Chronic Diseases and Translational Medicine*, 2024.
- [3] Manuela Aparicio and Carlos J Costa. Data visualization. *Communication design quarterly review*, 3(1):7–11, 2015.
- [4] Saskia Bakker, Renée van den Berg, Sebastiaan Pijnappel, and Elise van den Hoven. Sounds like home: Sonification and physical interaction in the periphery and center of attention. In *Human Interaction with Auditory Displays—Proceedings of the Interactive Sonification Workshop*, pages 55–58, 2010.
- [5] Saskia Bakker, Elise van den Hoven, and Berry Eggen. Peripheral interaction: characteristics and considerations. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(1):239–254, 2015.
- [6] Saskia Bakker, Elise Van Den Hoven, Berry Eggen, and Kees Overbeeke. Exploring peripheral interaction design for primary school teachers. In *Proceedings of the sixth international conference on tangible, embedded and embodied interaction*, pages 245–252, 2012.
- [7] Tanja Blascheck, Lonni Besançon, Anastasia Bezerianos, Bongshin Lee, and Petra Isenberg. Glanceable visualization: Studies of data comparison performance on smartwatches. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 25(1):630–640, 2018.
- [8] Tanja Blascheck, Lonni Besançon, Anastasia Bezerianos, Bongshin Lee, Alaul Islam, Tingying He, and Petra Isenberg. Studies of part-to-whole glanceable visualizations on smartwatch faces. In *2023 IEEE 16th Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, pages 187–196. IEEE, 2023.
- [9] Meera M Blattner, Denise A Sumikawa, and Robert M Greenberg. Earcons and icons: Their structure and common design principles. *Human–Computer Interaction*, 4(1):11–44, 1989.

- [10] Virginia Braun and Victoria Clarke. Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative research in sport, exercise and health*, 11(4):589–597, 2019.
- [11] Soyoung Choi and Christian Joseph Chlebek. Exploring mhealth design opportunities for blind and visually impaired older users. *Mhealth*, 10, 2024.
- [12] Pramod Chundury, Yasmin Reyazuddin, J Bern Jordan, Jonathan Lazar, and Niklas Elmqvist. Tactualplot: spatializing data as sound using sensory substitution for touchscreen accessibility. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2023.
- [13] Matthew Clark and Afsaneh Doryab. Changing your tune: Lessons for using music to encourage physical activity. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, 8(2), May 2024.
- [14] Sunny Consolvo, David W McDonald, Tammy Toscos, Mike Y Chen, Jon Froehlich, Beverly Harrison, Predrag Klasnja, Anthony LaMarca, Louis LeGrand, Ryan Libby, et al. Activity sensing in the wild: a field trial of ubifit garden. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, pages 1797–1806, 2008.
- [15] Tanja Döring, Axel Sylvester, and Albrecht Schmidt. A design space for ephemeral user interfaces. In *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, pages 75–82, 2013.
- [16] Gaël Dubus and Roberto Bresin. A systematic review of mapping strategies for the sonification of physical quantities. *PloS one*, 8(12):e82491, 2013.
- [17] Niklas Elmqvist. Visualization for the blind. *Interactions*, 30(1):52–56, 2023.
- [18] Shan Feng, Matti Mäntymäki, Amandeep Dhir, and Hannu Salmela. How self-tracking and the quantified self promote health and well-being: systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(9):e25171, 2021.
- [19] Brian J Fogg. A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*, pages 1–7, 2009.
- [20] International Agency for the Prevention of Blindness. Vision 2020: The right to sight, 2020. Accessed: 2025-11-14.
- [21] Jason P Fritz and Kenneth E Barner. Design of a haptic data visualization system for people with visual impairments. *IEEE Transactions on rehabilitation engineering*, 7(3):372–384, 1999.
- [22] William W Gaver. Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *ACM SIGCHI Bulletin*, 19(1):74, 1987.

- [23] Henner Gimpel, Marcia Nißen, and Roland Görnitz. Quantifying the quantified self: A study on the motivations of patients to track their own health. 2013.
- [24] Rúben Gouveia, Evangelos Karapanos, and Marc Hassenzahl. How do we engage with activity trackers? a longitudinal study of habito. In *Proceedings of the 2015 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, pages 1305–1316, 2015.
- [25] Rúben Gouveia, Fábio Pereira, Ana Caraban, Sean A Munson, and Evangelos Karapanos. You have 5 seconds: designing glanceable feedback for physical activity trackers. In *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, pages 643–647, 2015.
- [26] Rúben Gouveia, Fábio Pereira, Evangelos Karapanos, Sean A Munson, and Marc Hassenzahl. Exploring the design space of glanceable feedback for physical activity trackers. In *Proceedings of the 2016 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, pages 144–155, 2016.
- [27] Nora Griffin-Shirley, Devender R Banda, Paul M Ajuwon, Jongpil Cheon, Jaehoon Lee, Hye Ran Park, and Sanpalei N Lyngdoh. A survey on the use of mobile applications for people who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 111(4):307–323, 2017.
- [28] Tero Hakala, Juha Lehtikoinen, and Antti Aaltonen. Spatial interactive visualization on small screen. In *Proceedings of the 7th international conference on Human computer interaction with mobile devices & services*, pages 137–144, 2005.
- [29] Thomas Hermann, Andy Hunt, John G Neuhoff, et al. *The sonification handbook*, volume 1. Logos Verlag Berlin, 2011.
- [30] Leona M Holloway, Cagatay Goncu, Alon Ilsar, Matthew Butler, and Kim Marriott. Info-sonics: Accessible infographics for people who are blind using sonification and voice. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–13, 2022.
- [31] Steven Houben, Connie Golsteijn, Sarah Gallacher, Rose Johnson, Saskia Bakker, Nicolai Marquardt, Licia Capra, and Yvonne Rogers. Physikit: Data engagement through physical ambient visualizations in the home. In *Proceedings of the 2016 CHI conference on human factors in computing systems*, pages 1608–1619, 2016.
- [32] Alaul Islam, Lijie Yao, Anastasia Bezerianos, Tanja Blascheck, Tingying He, Bongshin Lee, Romain Vuillemot, and Petra Isenberg. Reflections on visualization in motion for fitness trackers. *arXiv preprint arXiv:2409.06401*, 2024.

- [33] Nassim Jafarinaimi, Jodi Forlizzi, Amy Hurst, and John Zimmerman. Breakaway: an ambient display designed to change human behavior. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1945–1948, 2005.
- [34] Gregory Kramer, Bruce Walker, Terri Bonebright, Perry Cook, John H Flowers, Nadine Miner, and John Neuhoff. Sonification report: Status of the field and research agenda. 2010.
- [35] Edmund WJ Lee and Andrew ZH Yee. Toward data sense-making in digital health communication research: why theory matters in the age of big data. *Frontiers in Communication*, 5:11, 2020.
- [36] Jarrett GW Lee, Bongshin Lee, Soyoung Choi, JooYoung Seo, and Eun Kyoung Choe. Identify, adapt, persist: The journey of blind individuals with personal health technologies. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 8(2):1–21, 2024.
- [37] Jarrett GW Lee, Kyungyeon Lee, Bongshin Lee, Soyoung Choi, JooYoung Seo, and Eun Kyoung Choe. Personal health data tracking by blind and low-vision people: survey study. *Journal of medical Internet research*, 25:e43917, 2023.
- [38] Ian Li, Anind Dey, and Jodi Forlizzi. A stage-based model of personal informatics systems. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, pages 557–566, 2010.
- [39] Yue Liao, Carrie Thompson, Susan Peterson, John Mandrola, and Muhammad Shaalan Beg. The future of wearable technologies and remote monitoring in health care. In *American Society of Clinical Oncology educational book. American Society of Clinical Oncology. Annual Meeting*, volume 39, page 115. NIH Public Access, 2019.
- [40] Edwin Locke and Gary Latham. Goal-setting theory. In *Organizational behavior 1*, pages 159–183. Routledge, 2015.
- [41] Kim Marriott, Bongshin Lee, Matthew Butler, Ed Cutrell, Kirsten Ellis, Cagatay Goncu, Marti Hearst, Kathleen McCoy, and Danielle Albers Szafir. Inclusive data visualization for people with disabilities: a call to action. *Interactions*, 28(3):47–51, 2021.
- [42] Tara Matthews, Jodi Forlizzi, and Stacie Rohrbach. Designing glanceable peripheral displays. *UC Berkeley. Retrieved September, 23:2015*, 2006.
- [43] Chulhong Min, Seungwoo Kang, Chungkuk Yoo, Jeehoon Cha, Sangwon Choi, Younghan Oh, and Junehwa Song. Exploring current practices for battery use and management of smartwatches. In *Proceedings of the 2015 ACM international symposium on wearable computers*, pages 11–18, 2015.

- [44] Sean A Munson and Sunny Consolvo. Exploring goal-setting, rewards, self-monitoring, and sharing to motivate physical activity. In *2012 6th international conference on pervasive computing technologies for healthcare (pervasivehealth) and workshops*, pages 25–32. IEEE, 2012.
- [45] Ali Neshati. Data visualization and interaction on smartwatch small screens. 2022.
- [46] Ali Neshati, Yumiko Sakamoto, and Pourang Irani. Challenges in displaying health data on small smartwatch screens. In *Improving Usability, Safety and Patient Outcomes with Health Information Technology*, pages 325–332. IOS Press, 2019.
- [47] Linda Pettersson, Stefan Johansson, Ingrid Demmelmaier, and Catharina Gustavsson. Disability digital divide: survey of accessibility of ehealth services as perceived by people with and without impairment. *BMC Public Health*, 23(1):181, 2023.
- [48] Stefania Pizza, Barry Brown, Donald McMillan, and Airi Lampinen. Smartwatch in vivo. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 5456–5469, 2016.
- [49] Samuel Reinders, Matthew Butler, Ingrid Zukerman, Bongshin Lee, Lizhen Qu, and Kim Marriott. When refreshable tactile displays meet conversational agents: Investigating accessible data presentation and analysis with touch and speech. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2024.
- [50] André Rodrigues, Hugo Nicolau, Kyle Montague, João Guerreiro, and Tiago Guerreiro. Open challenges of blind people using smartphones. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17):1605–1622, 2020.
- [51] Yvonne Rogers, William R Hazlewood, Paul Marshall, Nick Dalton, and Susanna Hertrich. Ambient influence: Can twinkly lights lure and abstract representations trigger behavioral change? In *Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing*, pages 261–270, 2010.
- [52] Matthew Sadiku, Adebowale E Shadare, Sarhan M Musa, Cajetan M Akujuobi, and Roy Perry. Data visualization. *International Journal of Engineering Research And Advanced Technology (IJERAT)*, 2(12):11–16, 2016.
- [53] Shirang P Sahasrabudhe and Rahul Singh. Accessibility problems of blind mhealth users, a pilot study. In *AMCIS*, 2016.
- [54] Penelope M Sanderson, David Liu, and Simon A Jenkins. Auditory displays in anesthesiology. *Current Opinion in Anesthesiology*, 22(6):788–795, 2009.
- [55] Gulshan Sharma, Surbhi Madan, Maneesh Bilalpur, Abhinav Dhall, and Ramanathan Subramanian. Eeg-based cognitive load estimation of acoustic parameters for data sonification. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 2025.

- [56] Roland Sigrist, Georg Rauter, Robert Riener, and Peter Wolf. Terminal feedback outperforms concurrent visual, auditory, and haptic feedback in learning a complex rowing-type task. *Journal of motor behavior*, 45(6):455–472, 2013.
- [57] Bruce N Walker and Gregory Kramer. Ecological psychoacoustics and auditory displays: Hearing, grouping, and meaning making. *Ecological psychoacoustics*, pages 150–175, 2004.
- [58] Yiwen Wang, Mengying Li, Young-Ho Kim, Bongshin Lee, Margaret Danilovich, Amanda Lazar, David E Conroy, Hernisa Kacorri, and Eun Kyoung Choe. Redefining activity tracking through older adults’ reflections on meaningful activities. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–15, 2024.
- [59] Zack While, Tanja Blascheck, Yujie Gong, Petra Isenberg, and Ali Sarvghad. Glanceable data visualizations for older adults: Establishing thresholds and examining disparities between age groups. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–17, 2024.

Apêndice A

Guião das entrevistas

RQ1: Como podemos desenvolver tecnologias de saúde para pessoas cegas que suportem interações *glanceable* com dados de saúde?

1. Introdução e Contextualização

Olá, muito obrigado(a) por aceitar participar nesta entrevista. O meu nome é Rúben Silva e estou a realizar este estudo com o objetivo de desenvolver tecnologias de registo de saúde e de atividade física mais acessíveis para pessoas cegas. Sabemos que muitas das tecnologias que utilizamos no nosso dia-a-dia (telemóveis) já registam automaticamente diversas informações sobre a nossa saúde, como por exemplo o número de passos que damos ao longo do dia ou os nossos batimentos cardíacos.

No entanto, a forma como estes dados são apresentados nem sempre é acessível para todas as pessoas, sendo difícil interpretar informações que são apresentadas, por exemplo, em formato gráfico. Queremos, por isso, explorar formas alternativas de apresentar informações sobre dados de saúde que não dependam apenas da visão.

Antes de começarmos, gostaria de reforçar que todas as suas respostas serão tratadas de forma confidencial e usadas apenas para fins de investigação. Estima-se que a entrevista terá uma duração de aproximadamente 1 hora. Não há respostas certas ou erradas; queremos apenas compreender a sua experiência e as suas preferências. Se em algum momento não quiser responder a alguma pergunta ou precisar de uma pausa, sinta-se à vontade para me avisar.

Perguntas Iniciais

1. Poderia contar-me um pouco sobre os seus hábitos de atividade física e como acompanha o seu progresso (por exemplo, uma contagem diária de passos)? Faz o registo desta atividade física ou da sua saúde?
 - (a) *Se não acompanha a sua atividade física:* Não o faz por alguma razão em específico? O que é que o motivaria a experimentar um monitor de atividade física? O que acha que seria mais interessante monitorizar ou registar?

- (b) *Se acompanha a sua atividade física:* Como é que usa esse tipo de tecnologias? O que regista ou monitoriza? Com que objetivo as utiliza? Consegue descrever-me um pouco do seu dia ao utilizar estas tecnologias?
2. Alguma vez tentou utilizar uma aplicação ou dispositivo que monitorize a sua saúde e atividade física?
- (a) *Se sim:* O que o levou a fazê-lo? Continua a monitorizar? Como é que o faz? Que dados regista?
- (b) *Se não:* Tem alguma preocupação em relação a este tipo de tecnologia? Caso algum dia queira experimentar, como imagina que seria utilizar um dispositivo deste tipo?
3. O que mais utiliza no seu smartphone? (por exemplo: mensagens, chamadas, aplicações, widgets)
4. Como se sente quando ouve informação vinda do seu telemóvel em espaços públicos?
- (a) E como faz para receber essa informação? Usa auriculares? E se essa informação for mais pessoal ou privada?

Exploração Inicial da Abstração

Sabemos que atualmente, os dados de saúde são apresentados de forma mais subtil sem a necessidade de exibir diretamente números exatos, mas ainda muito visual, através de gráficos e barras. Um gráfico ou uma imagem podem rapidamente mostrar o número de passos que já demos, sem precisar de mostrar visualmente ou ler números exatos como "5.322 passos".

No nosso trabalho, queremos desenvolver soluções que sigam esta abordagem mas sem depender da visão. Queremos explorar formas alternativas de apresentar estes dados na mesma de maneira subtil e integrada no dia-a-dia, tal como acontece no mundo visual.

1. Se tivesse de receber informação sobre a sua atividade física sem que os seus dados fossem lidos (por exemplo, a contagem de passos), como imagina que isso poderia acontecer?
- E se essa informação tivesse de ser transmitida de forma instantânea (aproximadamente 5 segundos), como acha que seria?
2. Que sons associaria a um momento em que está a ter um bom desempenho numa tarefa ou a alcançar um objetivo? E que sons associaria ao contrário? (*Nota para o entrevistador:* Caso a pessoa não esteja a compreender, clarificar que o objetivo é transmitir uma sensação positiva, podendo ser algo simples como um aplauso, uma música mais animada ou qualquer outro som motivador.)

- Como é que imagina que esses sons/vibrações poderiam ser associados à sua atividade física? (por exemplo, sons mais intensos ou menos intensos para indicar o desempenho) [passar para cor azul no caso de ainda não a termos abordado]

1: SONS MUSICAIS

Uma possibilidade seria o uso de sons curtos e fáceis de reconhecer, como curtos bips ou notas musicais, para indicar o nível de atividade física.

1. Estes sons poderiam ser mais ou menos intensos e manipulados para representar níveis mais e menos altos de atividade. Como é que acha que estes sons podem ser utilizados para representar atividade física?

Agora, vou apresentar três sons através de instrumentos musicais. (colocar sons)

1. Quais as diferenças que nota entre um som e outro?
2. O que acha deste exemplo? O que acha que representam estes sons no contexto de atividade física?

(Explicar os sons) Neste exemplo a ideia seria adicionar instrumentos consoante o nível de atividade física do utilizador

1. De que forma se podem usar instrumentos/sons para transmitir informação de atividade física?
 - Que outros sons/instrumentos acha que poderiam ser utilizados?
 - Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?
2. É perceptível para si uma sensação de progresso de um som para outro? Que outro som acha que também conseguia transmitir essa sensação?
3. Depois de conhecer esta possível abordagem, consegue pensar num outro tipo de som que poderia representar melhor o nível físico?
 - Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?

2: SONS FAMILIARES

Uma possibilidade seria utilizar sons que lhe são familiares para representar o seu nível de atividade física ou dados de saúde, (nota entrevistador: sons da natureza, efeitos sonoros ou qualquer outro tipo de som que conheça).

1. Que sons acha que podem representar esta informação? Como funcionaria para si? (nota entrevistador: número de passos dados)

Vou colocar dois sons da natureza do corpo humano, manipulados de formas diferentes (colocar sons)

1. O que acha deste exemplo? Que diferenças entre os sons? O que acha que representam estes sons?

O primeiro seria o som de uma respiração mais acelerada para representar um nível alto de atividade física e, em seguida, uma respiração mais calma e lenta para indicar um nível mais baixo de atividade.

1. Que outros sons acha que poderiam ser utilizados?

- Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?

2. É perceptível para si uma sensação de progresso de um som para outro? Que outro som acha que também conseguia transmitir essa sensação?

3. Focamo-nos em atividade física mas existe alguma outra informação sobre a sua saúde que também gostasse de receber? (dieta, sono, doença) Como seria?

4. Depois de conhecer esta possível abordagem, consegue pensar num outro tipo de som que poderia representar melhor o nível de atividade física?

- Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?

3: SONS CONTRASTANTES

Uma possibilidade seria representar o seu nível de atividade física através de sons contrastantes. Aqui a ideia seria ter sons completamente opostos e que contrastem um com o outro para representar cada nível de atividade física. De um lado teríamos um som mais positivo e do outro o contrário com um som mais negativo.

Ao contrário do exemplo dos sons únicos, aqui vamos pensar em sons completamente diferentes um do outro para representar diferentes níveis da sua atividade física

1. Que sons acha que podem representar esta informação? Como funcionaria para si? Como é que se imagina a utilizar estes sons no seu dia-a-dia.

Vou colocar dois sons que se contrastam que servem de exemplo. (colocar sons)

1. O que acha deste exemplo? O que acha que representa cada um dos sons?

O primeiro são sons de pássaros a cantar para representar um bom nível de atividade física e o segundo o ruído de uma moto para indicar um nível mais baixo de atividade.

1. Que outros sons que contrastam um com o outro podem também transmitir informação da sua atividade física?
 - No caso dos pássaros, acha que de algum modo os sons transmitem uma sensação de bom trabalho ou missão cumprida? Consegue lembrar-se de algum outro som que também lhe transmita essa sensação?
 - No caso da moto, o facto do som ser desagradável, influencia a que exista uma mudança para o tornar agradável, melhorando o nível de atividade física? Consegue se lembrar de algum outro som que também lhe transmita essa sensação?
2. Apesar de existir um contraste de sons, é possível notar um progresso na sua atividade? Que outros dois sons contrastantes também teriam essa capacidade?
3. Focamo-nos em atividade física mas existe alguma outra informação sobre a sua saúde que também gostasse de receber? (dieta, sono, doença) Como seria?
4. Depois de conhecer esta possível abordagem, consegue pensar num outro tipo de som que poderia representar melhor o nível de atividade física?
 - Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?

4: MANIPULAÇÃO DE ÁUDIO/VIBRAÇÕES EXISTENTES

Uma possibilidade seria modificar alguns sons já existentes no seu telemóvel, para que demonstrem e informem os dados da sua atividade física

1. Como funcionaria para si? Como é que se imagina a utilizar esta manipulação de sons no seu dia-a-dia?

Imagine que ao atingir um bom nível de atividade física, o seu leitor de voz soasse mais enérgico e positivo, e em momentos de menor atividade soasse mais monótono ou negativo.

1. O que acha deste exemplo?
2. Que tipos de voz poderiam representar para si um bom nível de atividade física? E mau? Como se sentiria o progresso nessas vozes?
3. Depois de conhecer esta possível abordagem, consegue pensar num outro tipo de som que poderia representar melhor o nível de atividade física?

- Caso tivesse que representar um dia com muito pouca atividade, como soaria esse som? E um dia com muita atividade?
4. Focamo-nos em atividade física mas existe alguma outra informação sobre a sua saúde que também gostasse de receber? (dieta, sono, doença) Como seria?
 5. Que outros sons já existentes no seu telemóvel acha que poderiam ser manipulados para transmitir esta informação? Como funcionaria?

5: VIBRAÇÃO

1. O que acha da utilização de vibrações neste contexto, acha que ajudaria a transmitir informação? Como? (e.g em conjunto com som ou separado)
2. Que tipos de vibração acha que seriam mais úteis? Como poderiam ser diferenciadas para transmitir informações diferentes?

Exploração Inicial de Integração

Até agora estivemos a explorar diferentes possíveis formas de transmitir informações e dados sobre a sua saúde através de sons. Agora, no próximo passo gostaríamos de olhar um pouco para como é que estes sons (como os que discutimos anteriormente) podem ser apresentados pelo seu telemóvel.

Uma forma de apresentar é abrindo diretamente a aplicação para receber informação sobre atividade física (é o que já existe). Em vez de obrigar as pessoas a abrir uma aplicação para verem as suas informações, também podíamos integrar essa informação em interações que já faz com o seu telemóvel. (dar exemplo caso necessário do relógio, Ubifit)”

1. Consegue imaginar outras formas de o fazer? (*no caso da pessoa não estar a perceber dar exemplo de:* dar exemplo de recebermos o feedback ao passarmos o dedo sobre um widget ou aplicação)

1: Controlo

1. Para si, qual seria a melhor abordagem: ter a possibilidade de escolher quando os ouvir ou preferiria que fossem apresentados de forma automática ao longo do dia? Porquê?
 - (Automático:) Em que situações acha que deveria ser fornecido automaticamente? Pode pensar quando usa o seu telemóvel, mas também em situações mais gerais (e.g aparecer na hora de almoço). (*no caso da pessoa não estar a perceber dar exemplo de:* dar exemplo de recebermos o feedback ao recebermos uma chamada “Gostava de ser surpreendido, por exemplo, ao receber uma chamada?”)

- (Escolher quando receber:) Como é que funcionaria na prática? O que é que fazia para ouvir os sons? (*no caso da pessoa não estar a perceber dar exemplo de:* dar exemplo de recebermos o feedback ao desbloquearmos o telemóvel)

2: Frequência

1. Para si, com que frequência gostaria de ter acesso ao seu nível de atividade física? Porquê?

- (nota do entrevistador), mas, acha que algumas pessoas, que tivessem sempre a ouvir informação sobre, os dados de saúde, haveria aqui a possibilidade de depois ser vezes a mais e fartarem-se, ou de estarem sempre a receber essa informação? Porquê? Como poderíamos evitar isso?

2. Consegue imaginar momentos ou situações onde acha que seria mais útil ouvir estes sons informativos? Pode pensar em alguma situação do seu dia-a-dia em que fosse adequado ouvir os sons?

- Como é que funcionariam no seu telemóvel?

3: Competição pela atenção

1. Ao manipularmos/adicionarmos sons ao seu telemóvel para também transmitir informação de saúde existe uma possibilidade de existir uma sobrecarga de informação. De que forma isto pode impactar o que está a fazer? Porquê?

4: Contexto

1. Hoje em dia utilizamos os nossos dispositivos em vários contextos (público e privado). Como é que acha que isso pode influenciar as soluções que temos pensado quando usados nestes diferentes contextos. Sentir-se-ia confortável ao utilizar os sons que estamos a pensar/criar em público? Porquê?

- Se a resposta for não: Consegue imaginar alguma forma de tornar esta experiência mais confortável?
- Se a resposta for sim: Mesmo que se sinta confortável, há algum tipo de som específico que acha que poderia chamar mais a atenção em público? Como poderia ser ajustado para que continue discreto, mas ainda assim útil?

5: Motivação

1. Acha que os sons deveriam apenas informar sobre a sua atividade física ou também motivá-lo a ser mais ativo? Porquê?

- Se acha que os sons podem ter um efeito motivador, que tipo de sons acredita que poderiam incentivá-lo a manter-se ativo? Como é que se imaginaria a usar esse som/ em que contextos?
- Se acha que os sons não precisam de ter um efeito motivador. Imagine que no futuro passasse a gostar que um som lhe motivasse a fazer exercício, qual seria? Como é que se imaginaria a usar esse som/ em que contextos?

Final

1. Quais são os desafios que acha que uma solução deste tipo pode trazer?
2. Depois de toda esta discussão onde abordamos os possíveis sons e formas de os integrar no seu dia-a-dia, se pudesse criar um sistema perfeito para acompanhar a sua atividade física sem depender da visão, como é que seria ou como é que funcionaria esse sistema?
3. Para terminar, há algo mais que queira partilhar que não foi dito anteriormente?

Apêndice B

Guião do Caso de Estudo

Se é a primeira vez

Olá, muito obrigado por aceitar participar neste estudo. O meu nome é Rúben Silva e estou a realizar este estudo com o objetivo de desenvolver tecnologias de registo de saúde e de atividade física mais acessíveis para pessoas cegas. Sabemos que muitas das tecnologias que utilizamos no nosso dia-a-dia (telemóveis) já registam automaticamente diversas informações sobre a nossa saúde, como por exemplo o número de passos que damos ao longo do dia ou os nossos batimentos cardíacos. No entanto, a forma como estes dados são apresentados nem sempre é acessível para todas as pessoas. Sabemos que atualmente, os dados de saúde são apresentados de forma muito subtil sem a necessidade de exibir diretamente números exatos, mas ainda muito visual, através de gráficos e barras. Um gráfico ou uma imagem podem rapidamente mostrar o número de passos que já demos, sem precisar de mostrar visualmente ou ler números exatos como "5.322 passos".

No nosso trabalho, queremos desenvolver soluções que sigam esta abordagem mas sem depender da visão. Queremos explorar formas alternativas de apresentar estes dados na mesma de maneira subtil e integrada no dia-a-dia, tal como acontece no mundo visual.

Hoje, vamos convidá-lo(a) a imaginar em detalhe como é que um sistema deste tipo poderia funcionar no seu dia-a-dia. Para isso, vamos apresentar alguns cenários curtos, que descrevem possíveis situações na utilização do sistema. Depois de cada cenário e também no final, haverá algumas perguntas de modo a conhecermos a sua opinião e algumas novas ideias.

Antes de começarmos, gostaria de reforçar que todas as suas respostas serão tratadas de forma confidencial e usadas apenas para fins de investigação. Estima-se que o estudo terá uma duração de +/- 1h. Não há respostas certas ou erradas, queremos apenas compreender a sua experiência e as suas preferências. Se em algum momento não quiser responder a alguma pergunta ou precisar de uma pausa, sinta-se à vontade para me avisar. Se já fez entrevista:

Se já fez entrevista:

Olá, muito obrigado novamente pela sua disponibilidade para participar neste estudo. Como sabe, o objetivo desta investigação é explorar formas mais acessíveis de apresentar informações sobre saúde e atividade física para pessoas cegas. Queremos explorar formas alternativas de apresentar

estes dados (ex.: passos dados ao longo do dia ou batimentos cardíacos) de maneira subtil e integrada no dia-a-dia, tal como acontece no mundo visual.

Hoje, vamos convidá-lo(a) a imaginar em detalhe como é que um sistema deste tipo poderia funcionar no seu dia-a-dia. Para isso, vamos apresentar alguns cenários curtos, que descrevem possíveis situações na utilização do sistema. Depois de cada cenário e também no final, haverá algumas perguntas de modo a conhecermos a sua opinião e algumas novas ideias.

Antes de começarmos, gostaria de reforçar que todas as suas respostas serão tratadas de forma confidencial e usadas apenas para fins de investigação. Estima-se que a entrevista terá uma duração de +/- 1h. Não há respostas certas ou erradas, queremos apenas compreender a sua experiência e as suas preferências. Se em algum momento não quiser responder a alguma pergunta ou precisar de uma pausa, sintá-se à vontade para me avisar.

Cenário 1 - Sons Contrastantes (A)

Imagine que amanhã tem um dia de trabalho pela frente. Acordou algo atrasado e saiu à pressa de casa. Enquanto espera na estação pelo autocarro, decide aproveitar este tempo para verificar as novidades nas redes sociais. Para tal, desbloqueia o telemóvel (*som negativo ao desbloquear*). Volta a bloquear o telemóvel e, entretanto, o autocarro chega.

Tem o resto do dia muito ocupado, cheio de trabalho e correrias de um lado para o outro, por isso não interagiu mais com o telemóvel.

No final do dia, ao voltar para casa, aproveita novamente o tempo à espera do autocarro e desbloqueia o telemóvel para ver as notícias do dia (*som positivo ao desbloquear*).

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?
2. No geral, o que acha desta abordagem de, ao desbloquear, receber esta informação utilizando sons contrastantes?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. Como se sentiria a receber este tipo de sons em locais públicos (por exemplo, numa paragem de autocarro) em comparação com estar em casa ou noutro espaço privado?
4. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Cenário 2 - Som Progressivo (B)

Num novo dia logo quando se levanta, recebe uma mensagem do seu amigo João (*som de mensagem*) que lhe relembra de um evento importante que vai ter hoje. No caminho para a instituição, recebe duas mensagens seguidas. (*som de mensagem*). A primeira a perguntar se já tinha chegado (*som de mensagem*) e a segunda a dizer que vai haver um convívio à hora de almoço. Ao longo da manhã esteve atarefado de um lado para o outro com muitas deslocações, está focado numa tarefa exigente quando recebe uma outra mensagem (durante o trabalho recebo a mensagem). (*som de mensagem*). É um outro colega a esclarecer uma dúvida. Por fim, de volta a casa está finalmente a relaxar e recebe mais uma última mensagem do seu colega a dizer que gostou muito do almoço. (*som de mensagem*)

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?
2. No geral, o que é que acha desta abordagem de ao receber uma mensagem dar informação utilizando sons progressivos (que foram progredindo ao longo do dia).
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Cenário 3 - Integração de TTS Emocional (C)

Imagine que amanhã tem um novo dia de trabalho. . . Durante a manhã tem feito algumas tarefas mas nada ainda muito exaustivo, a meio da manhã vai ao telemóvel verificar as horas para saber se falta muito para o almoço. (*tts calmo*) “São 10 horas e 50 minutos” Continua com o seu dia e quando nota já é meio da tarde. Desta vez andou um pouco mais porque foi almoçar ao restaurante no final da rua. Está concentrado no trabalho, quando se lembra de confirmar as horas (*tts normal*) “São 15 horas e 30 minutos” Já em casa, depois de um longo dia de trabalho e de ter andado bastante, tem fome e vai verificar as horas para ver se é hora de jantar (*tts entusiasmado*) “São 20 horas e 10 minutos”

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?

2. No geral, o que é que acha desta abordagem de utilizar o tts do seu telemóvel para também dar informação, através da sua entoação e emoção da voz?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Cenário 4 - Integração de TTS com Personagens Familiares (D)

Imagine que ao longo da sua vida sempre gostou muito de desenhos animados, em particular do Mickey Mouse, uma personagem que lhe deixava bem-disposta por estar sempre alegre. Por outro lado, havia também personagens de que não gostava tanto, por parecerem mais rabugentas - como o Donald. Hoje começou o dia com poucas interações, e quase nenhuma atividade física. Só perto da hora de almoço é que decide ver um artigo que guardou e achou interessante. Vai aos documentos e com a ajuda do talkback, escolhe o pretendido “o artigo que escolheste chama-se: Impacto da Pandemia na Saúde Mental de Profissionais de Saúde” Mais tarde, já ao final do dia, depois de ter saído para dar uma caminhada e de ter falado com algumas pessoas, volta ao telemóvel para ver se recebeu alguma notificação, ao desbloquear o telefone, o TalkBack começa a ler as notificações “recebeste duas mensagens, notificação do instagram, notificação do google notícias” Depois disso continua com o seu dia.

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?
2. No geral, o que é que acha desta abordagem de utilizar o tts do seu telemóvel para também dar informação, através de vozes que lhe são familiares?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Cenário 5 - Suporte à Comparação de Objetivos e Normas (E)

Em que momento sente que o feedback sobre a sua atividade física seria mais útil?

1. Quando estou a treinar

2. Durante o meu dia normal
3. Ambos os momentos

Durante o dia Imagine que ultimamente começou a sentir a necessidade de criar rotinas que o ajudem a manter uma vida ativa e equilibrada. Para isso, definiu um objetivo diário de 6.000 passos. Depois de uma manhã sentada na secretária a trabalhar decide verificar as horas, para saber se falta muito para a hora de almoço (verifica as horas). Está na hora, decide almoçar para depois continuar com o seu dia. No final do dia, depois de um dia intenso de reuniões e de correrias de um lado para o outro decide ir a pé para casa. Precisa de apanhar ar e lembra-se dos passos que tem para completar. Finalmente, já perto de casa e enquanto anda decide verificar as horas (*Som de aviso*), depois de ouvir este aviso decide dar uma volta extra ao jardim perto da sua casa. A meio desta pequena caminhada no jardim, verifica novamente as horas para ver se não é muito tarde (*som de objetivo*). Agora sim, decide voltar para casa.

Durante o treino Imagine que, ultimamente, começou a sentir a necessidade de criar rotinas que o ajudem a manter uma vida ativa e equilibrada. Para isso, definiu um objetivo diário de andar 10Km na passadeira de treino. De manhã faz um pequeno treino na sua passadeira em casa, antes do almoço verifica as horas a termina o treino, foi um treino curto e não andou muito. Já ao final do dia, decide passar pelo ginásio antes de ir para casa. Está cansado(a), mas sabe que precisa de o fazer. Dirige-se até à passadeira e começa o exercício. Nos primeiros minutos, mantém o seu ritmo, mas com o passar do tempo começa a sentir cansaço então decide ver as horas no telemóvel (*som de aviso*). Depois deste som, decide dar mais um pouco de si. Continua assim e após este esforço extra, já no final do treino volta novamente a ir ao telemóvel ver as horas (*som de objetivo*) decide então terminar o seu exercício e voltar para casa.

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?
2. No geral, o que é que acha desta abordagem de quando for ver as horas lhe seja dada também informação, sempre que seja cumprido um objetivo?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Cenário 6 - Feedback por Camadas (F)

Em que momento sente que o feedback sobre a sua atividade física seria mais útil?

1. Quando estou a treinar
2. Durante o meu dia normal
3. Ambos os momentos

Durante o dia: Hoje acordou e sabe que tem um dia exigente pela frente. Sai de casa e, como sempre, caminha até à paragem de autocarro. Durante o percurso, ao dar os primeiros passos do dia, recebe uma chamada (som1). Durante a manhã, está sentado a maior parte do tempo. Na pausa, decide ir buscar um chá e recebe novamente outra chamada telefônica (som2). Depois do almoço, toma a decisão de não ir logo sentar-se. Dá uma pequena volta ao prédio do trabalho. Ao caminhar, recebe uma última chamada (som3).

Durante o treino: Hoje acordou e sabe que tem um dia exigente pela frente. Antes de começar a trabalhar, decide manter o compromisso consigo mesmo e vai até ao ginásio. Chega, muda de roupa e começa o seu treino na bicicleta. Logo nos primeiros minutos, ao atingir os 500 metros, recebe uma chamada (som16). Continua o treino. Apesar de se sentir um pouco cansado, mantém o ritmo. Já algo cansado, atinge os 2 quilómetros. Ao ultrapassar esta marca, recebe novamente outra chamada (som18).

1. O que representa para si os sons que ouviu ao longo do cenário, no contexto de atividade física? Porquê?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Muito difícil de interpretar, 5 = Muito fácil de interpretar), como avalia a facilidade de interpretação dos sons apresentados no cenário?
2. No geral, o que é que acha desta abordagem de ao receber uma chamada lhe seja dada informação, através da adição de instrumentos musicais?
 - (a) De 1 a 5 (1 = Nada provável, 5 = Muito provável), quão provável seria utilizar uma abordagem deste tipo no seu dia a dia?
 - (b) Em que situações? Como seria?
3. O que alteraria neste cenário? Porquê?

Entrevista Final (Fazer só algumas)

1. Agora que explorámos diferentes formas de apresentar informação sobre atividade física, como acha que este sistema deveria funcionar? (frequência, tipo de som, integração)
2. Tivemos uma componente de vibração. Como acha que essa componente pode ser utilizada?
3. No contexto de atividade física, explorámos o caso dos passos. Que outra métrica de atividade física poderia ser útil para si monitorizar?

4. Olhando para tudo o que falámos quais são as interações com o seu telemóvel que acha que funcionam melhor para si? E os sons?
5. Houve algum cenário que lhe tenha parecido pouco realista ou difícil de aplicar à sua rotina? Porquê?
6. Se tivesse de escolher um cenário como o mais eficaz ou relevante, qual seria e porquê? Qual foi o menos útil ou mais confuso?
7. Se este sistema fosse real, o que seria essencial para si? O que não poderia faltar?
8. No geral, que impacto acha que um sistema deste tipo poderia ter na sua rotina? Porquê?

Ordem dos Participantes — Latin Square

	1	2	3	4	5	6
1	A	B	F	C	E	D
2	B	C	A	D	F	E
3	C	D	B	E	A	F
4	D	E	C	F	B	A
5	E	F	D	A	C	B
6	F	A	E	B	D	C

Figura B.1: Ordem dos Participantes.