

GIT+: ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE GRÁFICOS INSTRUACIONAIS TÁTEIS NAS IFES

GIT+: MULTIPLE CASE STUDIES ON THE DEVELOPMENT PROCESS OF TACTILE INSTRUCTIONAL GRAPHICS IN BRAZILIAN UNIVERSITIES

Felipe Schneider Viaro¹

Régio Pierre da Silva²

Resumo

Os Núcleos de Acessibilidade têm apoiado na permanência e aprendizagem de pessoas com deficiência visual através da produção de Gráficos Instrucionais Táteis (GIT). Porém, observa-se que essa produção comumente ocorre segundo processos de desenvolvimento empíricos que desconsideram princípios, métodos e ferramentas de projeto de GIT relevantes. O GIT+ apresenta-se como um framework projetual sistemático que considera o contexto de projeto nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar estudos de casos múltiplos contrastando dois processos de desenvolvimento de GIT no contexto de projeto dos Núcleos de Acessibilidade nas IFES – o processo usual do Incluir/UFRGS e o processo utilizando o GIT+. Apesar de o processo usual do Incluir/UFRGS permitir o desenvolvimento dos GIT, o processo utilizando o GIT+ trouxe maiores possibilidades para a equipe projetual através da aplicação de ferramentas específicas para os desafios de projeto encontrados. Dessa maneira, o GIT+ traz maior ênfase ao processo projetual, diminui a dependência do conhecimento tácito da equipe projetual, promove a qualidade, assim como uma cultura de melhorias com a aplicação contínua dessas ferramentas.

Palavras-chave: framework; gráficos instrucionais táteis; pessoa com deficiência visual; processo de desenvolvimento; projeto.

Abstract

The Accessibility Centers have supported the permanence and learning of the visually impaired through the production of Tactile Instructional Graphics (GIT). However, it is observed that this production commonly occurs according to empirical development processes that disregard relevant GIT design principles, methods and tools. GIT+ presents itself as a systematic project framework that considers the project context in Brazilian Federal Universities. Therefore, the objective of this work is to present multiple case studies comparing two GIT development processes in the context of the Accessibility Centers projects at Brazilian Universities – the usual process used at Incluir/UFRGS and the process using the GIT+ framework. Although the usual process allows the development of GIT, the other process using the GIT+ brought greater possibilities to the project team through the application of specific tools for the project challenges encountered. In this way, GIT+ brings greater emphasis to the design process, reduces dependence on the tacit knowledge of the design team, promotes quality, as well as a culture of improvements with the continuous application of these tools.

Keywords: framework, tactile instructional graphics, visually impaired; development process; project.

¹ Doutor, UFRGS – PgDesign, Porto Alegre, RS, Brasil. Felipe_viaro@hotmail.com; ORCID: 0009-0001-0467-2547

² Professor Doutor, UFRGS – DEG - Departamento de Design e Expressão Gráfica, Porto Alegre, RS, Brasil. regio@ufrgs.br; ORCID: 0000-0003-3865-1450

1. Introdução

Os gráficos utilizados no contexto educacional, tais como fotografias, ilustrações, diagramas, tabelas e infográficos, quando são relevantes aos objetivos instrucionais e aos processos psicológicos de aprendizagem, ocasionam melhora na aprendizagem (CLARK; LYONS, 2011; MAYER, 2009; SUNG; MAYER, 2012). Ao não terem acesso aos Gráficos Instrucionais Táteis (GIT) – adaptações acessíveis aos gráficos instrucionais –, Alunos com Deficiência Visual (ADV) estão impedidos de acessar um conteúdo de grande valor instrucional, o que os impossibilita de aproveitar determinadas oportunidades de aprendizagem (JONES; BROADWELL, 2008). Nas IFES brasileiras, os Núcleos de Acessibilidade são os responsáveis pela adaptação desses gráficos e pela promoção da acessibilidade e permanência das Pessoas com Deficiência (PCD).

Observa-se nos Núcleos de Acessibilidade das IFES o uso de processos projetuais empíricos e o desconhecimento de princípios, métodos e ferramentas de projeto de GIT relevantes para o desenvolvimento desses gráficos. Essas práticas projetuais podem levar à insuficiência na qualidade técnica dos gráficos e à perda de oportunidades para melhorá-los (VIARO, 2022). Segundo Bornschein, Prescher e Weber (2015), a equipe de projeto deve estar atenta à qualidade técnica do gráfico resultante, pois este é um dos fatores importantes na interação entre o usuário e o gráfico tátil. Um exemplo disso, é o princípio da simplificação³ de GIT, o qual não é aplicado de forma completa nos Núcleos de Acessibilidade das IFES do estado do Rio Grande do Sul e ainda assim reconhecido como essencial por Erikson (2003) e BANA (2010).

Por outro lado, Viaro (2022) desenvolveu o GIT+ como um framework sistematizado de acordo com o contexto de projeto das IFES e com a inclusão dessas ferramentas projetuais, o qual pode servir como alternativa no processo de desenvolvimento de GIT nas IFES. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar estudos de casos múltiplos comparando e traçando conclusões a partir de dois processos de desenvolvimento de GIT no contexto de projeto dos Núcleos de Acessibilidade nas IFES.

2. Metodologia

A fim de analisar o GIT+ (VIARO, 2022) como uma alternativa viável aos processos usuais no desenvolvimento de GIT, este trabalho desenvolveu estudos de casos múltiplos acerca de dois processos de desenvolvimento de GIT. O primeiro caso trata do processo usual utilizado pela equipe do Núcleo de Acessibilidade Incluir da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O segundo caso aplica o GIT+ como framework para o processo de desenvolvimento de GIT.

Como método de coleta de dados para o primeiro caso, utilizou-se a observação sistemática indireta. Enquanto a equipe projetual do Incluir/UFRGS trabalhava no desenvolvimento dos GIT, os dados foram coletados através de relatórios em planilhas eletrônicas preenchidos pela equipe projetual, e-mails e entrevistas via web conferência. Foram coletados dados relacionados: aos resultados obtidos em cada etapa projetual; ao desenvolvimento do processo projetual, considerando sua estrutura, principais desafios encontrados, e senso de orientação e propósito da equipe projetual; ao grau de empirismo/apoio em ferramentas projetuais; aos métodos de fabricação utilizados; e ao uso de ferramentas de comunicação e gestão do processo projetual.

³ A simplificação do GIT envolve em transmitir a essência do conteúdo do gráfico original, que muitas vezes, devido à sua complexidade, deve ser simplificado e, inclusive, reduzido.

Observa-se que os estudos de caso foram realizados entre junho e novembro de 2021, período no qual a epidemia de Covid-19 impunha restrições de distanciamento social, o que influenciou nas dinâmicas de desenvolvimento de GIT. A equipe do Incluir realizou o desenvolvimento dos GIT majoritariamente usando o modelo de trabalho *home office*, no qual o número de encontros presenciais foi reduzido ao mínimo necessário e a comunicação dava-se principalmente via canais remotos como *chats*, e-mails e web conferências.

O segundo estudo de caso utilizou o framework GIT+, proposto por Viaro (2022), para o desenvolvimento dos GIT. Considerando as restrições previamente mencionadas, o processo foi desenvolvido de maneira simulada utilizando a ferramenta mapa de serviço, de Gibbons (2017). Foram coletados dados relacionados aos mesmos parâmetros identificados no primeiro estudo de caso. Para manter a coerência da simulação, os elementos que constituem o cenário de projeto encontrados no primeiro caso, tais como natureza dos gráficos a serem adaptados, equipe projetual, e público-alvo, foram repetidos ou aproximados.

Por fim, os estudos de caso foram analisados, contrastados e discutidos em vistas de extrair conclusões, indicar melhorias práticas e possíveis caminhos para o projeto de GIT no contexto das IFES.

3. O Projeto de GIT Através do GIT+

As seguintes variáveis são responsáveis por desafios no desenvolvimento dos gráficos táteis: a diversidade no grupo de usuários; as tecnologias envolvidas no uso e produção dos gráficos; e a amplitude de tarefas a serem realizadas. Dessa forma, a equipe projetual deve ser meticulosa na adequação da solução proposta às necessidades dos usuários. Isso ocorre considerando que cada combinação particular entre as tarefas, usuários e tecnologias leva a uma solução diferente (O'MODHRAIN et al., 2015).

A partir da necessidade observada nas IFES brasileiras em relação à sistematização do processo projetual e ao acesso a ferramentas projetuais, Viaro (2022) sintetizou o GIT+ – um framework projetual com estrutura acessível e de fácil aprendizado, que disponibiliza diversas ferramentas projetuais que auxiliam a equipe de projeto na tomada de decisões. O GIT+ foi elaborado com base em um levantamento das ferramentas projetuais disponíveis na literatura, levando em consideração o contexto projetual encontrado nas IFES brasileiras e a inspiração no processo projetual de Prescher, Bornschein e Weber (2014).

Além de sua estrutura e ferramentas projetuais exibidas no Quadro 1, o GIT+ também é apresentado em um Guia de Uso. O Guia de Uso do GIT+, é um documento de 51 páginas inspirado no Guia de Campo do Design Centrado no Humano (IDEO, 2015) e no Modelo de Tradução de Gráficos 2D para Gráficos Táteis (SANCHES; MACEDO; BUENO, 2018) que tem como propósito principal orientar a equipe de projeto durante o desenvolvimento do GIT. Cada fase projetual é apresentada, preparando o projetista para o que está por vir em relação às metas e desafios. Posteriormente, as fases são desdobradas em etapas projetuais, cada qual explicada passo a passo, com instruções aplicadas, desafios encontrados e dicas sobre como superá-los. Por fim, cada ferramenta projetual é apresentada e, no caso de ferramentas mais complexas, exemplos de aplicação são fornecidos (VIARO, 2022).

O Quadro 1 apresenta o GIT+ contemplando suas etapas, ferramentas de interação e comunicação, bem como, os métodos técnicos e ferramentas projetuais relacionados.

Figura 1: Estrutura do GIT+.

Estrutura do GIT+			
Etapas	Descrição	Interação e Comunicação	Métodos, técnicas e ferramentas de apoio
1 Demanda	Pedido pela adaptação de conteúdo e gráficos táteis e organização do trabalho.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Demandante</i> → <i>Equipe de projeto</i> • <i>Equipe de projeto</i> • E-mail 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil do Aluno (PEI). • Formulário de demanda. • Trello ou Painel visual.
2 Análise	Análise do material encaminhado e do perfil do aluno.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de projeto</i> • <i>Equipe de projeto</i> ↔ <i>Professor</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Árvore de decisão.
3 Ideação	Concepção da proposta do GIT – ideia e método de produção.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de criação</i> • <i>Equipe de projeto</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplificação. • Segmentação. • Princípios de design BANA.
4 Estratégia	Definição da equipe de projeto, prazos, recursos utilizados e planejamento do conteúdo.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de criação</i> • <i>Equipe de projeto</i> • Google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Planilha de planejamento do gráfico. • Banco de padrões e texturas. • Trello ou Painel visual.
5 Criação	Criação e edição do gráfico nos meios digitais. Escolha de linhas e padrões, definição da composição e espaços para legendas. Primeira verificação.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de criação</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de estilos de linha. • Mapa de profundidade. • Checklist de criação.
6 Protótipo	Criação do protótipo físico. Inclui a produção via métodos escolhidos e inserção de etiquetas braille.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de criação</i> ↔ <i>Técnico de produção</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de profundidade
7 Testes	Revisão do GIT com equipe de revisores.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de revisão</i> • <i>Equipe de projeto</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios de revisão BANA.
8 Instrução	Implementação do GIT em contexto instrucional e feedback do aluno.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Equipe de projeto</i> ↔ <i>Demandante</i> • <i>Aluno</i> ↔ <i>Equipe de projeto</i> • E-mail, whatsapp, google meet 	<ul style="list-style-type: none"> • Feedback de qualidade.

Fonte: Viaro (2022).

4. Estudos de Caso

Este tópico apresenta os dois estudos de caso contemplados. O primeiro, tem como base o processo usual de desenvolvimento de GIT utilizado pela equipe do Núcleo de Acessibilidade Incluir, da UFRGS. O segundo estudo de caso utiliza o framework GIT+ em uma simulação de desenvolvimento de GIT, baseando-se no mesmo cenário projetual utilizado pelo Incluir.

4.1. Estudo de Caso no Incluir/UFRGS

Este item apresenta o estudo de caso realizado com o Núcleo de Acessibilidade Incluir da UFRGS. Foram desenvolvidos dois GIT segundo o método usualmente utilizado para tal desenvolvimento. O período de desenvolvimento ocorreu entre junho e outubro de 2021. Considerando a utilização do modelo de trabalho *home office*, o desenvolvimento e a comunicação se deram principalmente de maneira remota e os encontros presenciais foram reduzidos para o mínimo necessário.

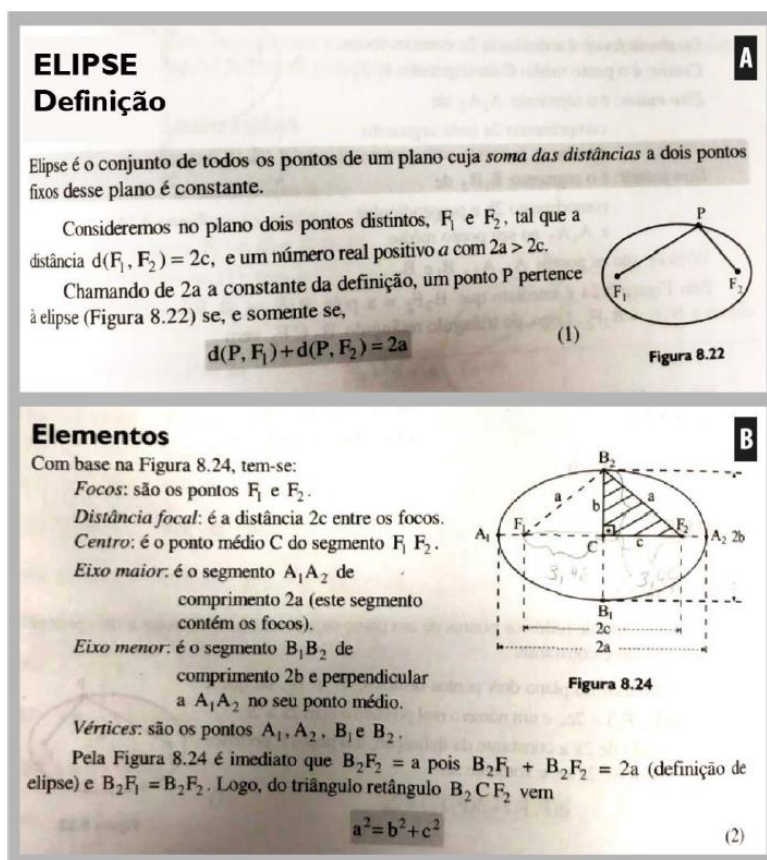
Após uma reunião realizada pelo Google Meet no dia 11 de junho de 2021, foi acordado entre o autor da pesquisa e o Incluir que os GIT seriam desenvolvidos de maneira remota pelos membros da equipe, com a comunicação também ocorrendo remotamente. A comunicação principal entre o pesquisador e a equipe se deu através de um grupo de e-mails criado pelo Núcleo, onde foram tiradas dúvidas, marcadas reuniões, e demonstrados os resultados do processo. Outra parte importante da observação indireta foi o preenchimento de planilhas contendo relatos das atividades realizadas durante a criação dos GIT. Cada membro foi convidado a preencher as planilhas na medida em que participava das atividades projetuais.

A seguir, descreve-se o processo de desenvolvimento de GIT do Incluir, incluindo-se as observações mais relevantes coletadas a partir dos relatórios preenchidos pela equipe projetual. A fase de instrução, não faz parte do escopo deste estudo de caso.

1) Demanda (18 de junho)

Após o contato com os professores que já têm experiência com demandas para ADV, uma professora de matemática do IFRS forneceu dois gráficos utilizados na construção de elipses, acompanhados de seu conteúdo (Figura 1). Os gráficos foram enviados à equipe do Incluir para serem adaptados. Como os gráficos não seriam testados por alunos reais, foi definido que os mesmos seriam produzidos considerando os perfis das revisoras da equipe do Incluir – uma pessoa cega e outra com baixa visão.

Figura 1: Gráficos de elipse.



Fonte:: Elaborado pelo autor.

2) Análise (21 de junho)

Nesta etapa realizou-se a análise dos gráficos solicitados. Trabalharam na análise do gráfico duas integrantes do Incluir, que configuram a equipe de criação. Elas comunicaram-se através de e-mail, Whatsapp e Google Meet.

Foi solicitado para que o autor da pesquisa separasse os gráficos dos conteúdos e os tratasse a fim de favorecer a sua legibilidade. Esta solicitação, normalmente, seria feita para o professor da disciplina, pedindo por novas fotos ou digitalizações dos gráficos. Após recebidos, os gráficos tratados foram inseridos em um arquivo do Microsoft Word e ampliados para serem utilizados posteriormente na adaptação do gráfico tátil. Os gráficos tratados podem ser conferidos na Figura 3.

3 e 4) Ideação e Planejamento (23 de junho)

Nesta fase realizou-se a geração de ideias e a definição da estratégia de projeto. A equipe de criação trabalhou através do Google Meet, conversando sobre os desafios encontrados nos gráficos originais e as ideias de como gerar os dois gráficos táteis. Segundo os relatos da equipe, o segundo gráfico (Gráfico 8.24, Figura 3B) era mais complexo devido à grande quantidade de elementos, e a presença de linhas tracejadas e pontos. Também foi relatado como heurística de criação a busca pela melhor maneira de adaptar o gráfico, procurando trazer coesão aos gráficos.

A estratégia utilizada para a produção dos gráficos foi definida conforme apresentada no Quadro 2:

Quadro 2: Estrutura do GIT+.

Gráfico 8.22	Método Artesanal (Público cego) <ul style="list-style-type: none">● Impressão do gráfico em tamanho grande, que ocupe uma página A4.● Barbante para fazer o círculo do gráfico.● Cola 3D para os pontos.● Reglete para escrever a legenda em tinta para o braille.
	Método Termofusora (Público baixa visão) <ul style="list-style-type: none">● Inserir gráfico em pg. A4 do Word● Demarcar linhas e pontos mais grossos para impressão● Imprimir e passar na fusora
Gráfico 8.24	Método Artesanal (Público cego) <ul style="list-style-type: none">● Impressão em folha tamanho A3● Uso de cola 3D e barbantes para ter mais texturas e facilitar a diferenciação dos elementos do gráfico● Reglete para escrever em braille os números e letras do gráfico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

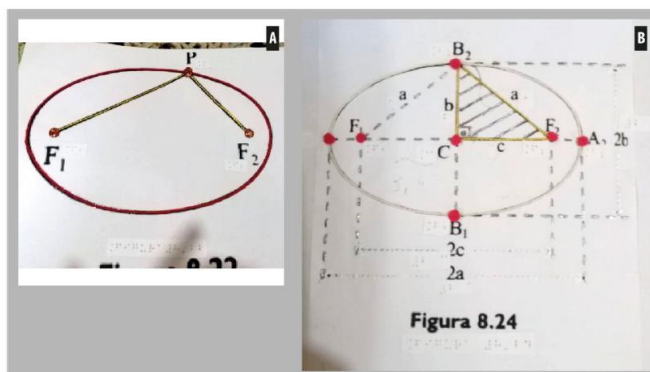
As duas integrantes da equipe que trabalharam nesta etapa concordaram que os gráficos artesanais seriam produzidos na casa de uma delas, pois a mesma possuía os materiais necessários para a confecção dos mesmos. A dúvida seria se o Gráfico 8.24 exigiria que ela fosse à sala do Incluir para ter acesso a mais materiais e poder finalizar o gráfico. O Gráfico 8.22, produzido via fusora, seria produzido na sala do Incluir.

Observa-se que na reunião inicial que precedeu o desenvolvimento do projeto, a equipe mencionou que nesta etapa de estratégia talvez fosse necessário uma reunião com todos os membros da equipe, dependendo da complexidade dos gráficos. Porém, a equipe de criação, composta por duas integrantes da equipe de projeto, conseguiu definir a estratégia sem o auxílio das demais integrantes. Foram despendidos aproximadamente 40 minutos nesta etapa.

5 e 6) Criação e Protótipo (25 de junho)

Nesta etapa foram criados os dois gráficos via método artesanal. Os gráficos foram criados por uma integrante da equipe de criação em casa, utilizando cola 3D, barbante e a reglete para produzir as etiquetas em braille. A equipe de criação comunicou-se via *whatsapp*, durante o período de 1 a 2 horas, deliberando sobre a escolha dos materiais para obter texturas diferenciadas. A Figura 2 apresenta ambos os protótipos dos gráficos artesanais criados. Segundo a equipe, o Gráfico 8.24, apresentado na Figura 2B, foi mais trabalhoso devido à sua maior complexidade.

Figura 2: GIT desenvolvidos pelo Incluir.



Fonte:: Elaborado pelo autor.

Após a confecção dos gráficos, ficou previsto um encontro na sala do Incluir que ocorreria durante a mesma semana, para realizar a revisão desses gráficos, assim como, a produção do Gráfico 8.22 utilizando a termofusora.

Neste momento, realizou-se um intervalo no processo de GIT, pois a integrante responsável pela criação dos gráficos realizou uma cirurgia e teve que ficar em repouso.

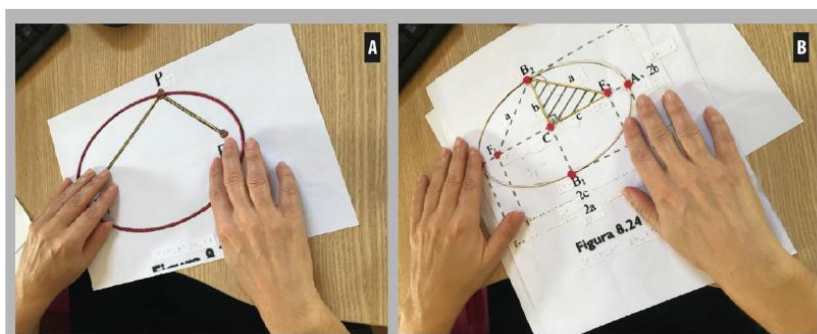
7) Testes (30 de outubro)

Nesta etapa foi feita a revisão dos GIT pela equipe de revisão. Normalmente a equipe de revisão conta com a presença da revisora com baixa visão. Porém, devido às condições impostas pela pandemia de Covid-19, fizeram parte da equipe de revisão a revisora braille e uma integrante da equipe de criação.

A revisora braille levou um tempo aproximado de 45 minutos para verificar os dois GIT. Ela aprovou a legibilidade do gráfico, sendo capaz de identificar os elementos como pontos, linhas e letras de cada gráfico. O único quesito apontado pela revisora foi a falta do texto junto dos GIT, o qual fornece o contexto para a interpretação dos gráficos. Este material não estava presente no momento da revisão, porém num contexto de projeto real, ele acompanharia o gráfico adaptado.

Embora o Gráfico 8.22 também estivesse planejado para ser produzido via termofusora, essa produção não ocorreu. A Figura 3 mostra a revisora braille realizando os testes com os GIT.

Figura 3: Testes com protótipos.



Fonte:: Elaborado pelo autor.

4.2. Estudo de caso com o GIT+

Este item apresenta o estudo de caso sobre o desenvolvimento de GIT utilizando o framework GIT+ de maneira simulada. Para esta simulação, utilizou-se como base o cenário projetual encontrado na equipe do Incluir/UFRGS. Para manter a coerência do estudo de caso, os gráficos a serem adaptados foram fornecidos pela mesma professora de matemática do IFRS e a demanda também atendeu ao mesmo público-alvo definido na etapa anterior, uma pessoa cega e outra com baixa-visão.

O processo simulado ocorreu entre outubro e novembro de 2021 e desenvolveu todas as fases e etapas definidos no Guia de uso do GIT+, compreendendo a demanda, análise, ideação, planejamento, criação, protótipo, testes e instrução. O processo simulado é descrito e ilustrado a seguir em duas partes, que correspondem ao espaço do problema e ao espaço da solução. Observa-se que, pela natureza simulada deste processo de desenvolvimento, os resultados deste estudo de caso são menos tangíveis que os resultados do Incluir, e enfoca-se mais na totalidade do processo e na utilização das ferramentas de projeto.

Segundo a IDEO (2015), focar na experiência do usuário e utilizar modelos, tais como o mapa de serviço, adiciona uma dimensão fluida na exploração da complexidade, estimulando o pensamento não linear e levando à inovação em processos. Nesse sentido, a ferramenta utilizada para a simulação do processo projetual é o mapa de serviço. Esta ferramenta, apresentada por Gibbons (2017), possibilita o mapeamento de processos complexos, verificando processos internos e externos e assim visualizar possíveis gargalos nos processos e oportunidades de melhorias.

O mapa é subdividido em linhas que correspondem às áreas de atividade e interação, e as colunas que apresentam as fases projetuais que se desenvolvem ao longo do tempo. As áreas de atividade são explicadas a seguir com base em Gibbons (2017):

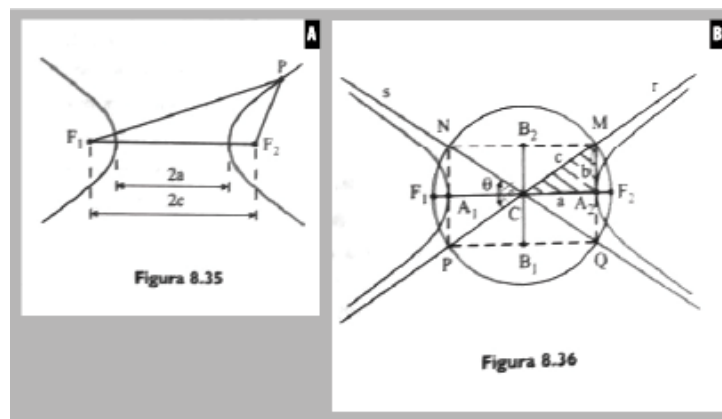
- Evidências: evidências físicas sobre os processos decorrentes.
- Jornada do usuário: os diferentes momentos que marcam a interação do usuário com o serviço, seja ele o professor ou aluno.
- *Frontstage*: as diferentes ações e interações que ocorrem entre a equipe de projeto e o usuário. Estas ações podem partir diretamente da equipe de projeto ou através de tecnologias.
- Ações internas: ações e atividade que acontecem internamente na equipe de projeto. Podem ter interação com o *frontstage*.
- Processos de apoio: processos ou ferramentas que dão apoio ao processo projetual. São os processo mais internos e não têm relação com o *frontstage*. Neste mapa, correspondem principalmente aos métodos, técnicas e ferramentas utilizados no GIT+.

O espaço do problema simulado pode ser descrito da seguinte forma:

1) Demanda: O aluno solicita, através de um e-mail, a produção de 2 gráficos táteis relacionados à construção de hipérbolas para a disciplina de matemática. A equipe do Incluir recebe o e-mail e recupera o perfil do aluno, junto ao banco de dados da instituição. A seguir realiza-se a uma reunião para transmitir aos membros da equipe o briefing de projeto, estipular o prazo final e quem irá trabalhar nas próximas etapas de análise e ideação. Um painel visual é montado no aplicativo trello contendo as principais fases e os responsáveis e com a data final estabelecida.

2) Análise: a equipe de criação aplica a ferramenta árvore de decisão e decide produzir os GIT. As mesmas solicitam à designer (bolsista do Incluir) para realizar o tratamento da imagem, trabalhando com o contraste e limpando a imagem para melhorar sua legibilidade (Figura 4). A equipe envia um e-mail para o aluno solicitante confirmando a produção e o prazo final e o mesmo responde à equipe confirmando estar ciente disso. A equipe analisa o perfil do aluno e compreende suas necessidades. A equipe de criação analisa o conteúdo do gráfico, compreende parcialmente e decide encaminhar um e-mail ao professor para esclarecer dúvidas acerca do conteúdo. A equipe liga para o professor e compreende melhor o gráfico e seu conteúdo.

Figura 4: Gráficos de hipérboles, tratados pelo designer.


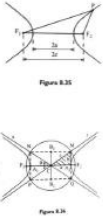


Fonte:: Elaborado pelo autor.

3) Ideação: A equipe de criação discute acerca dos gráficos e opta por simplificar o Gráfico 1 da hipérbole e segmentar o Gráfico 2 da hipérbole, devido à sua complexidade. As questões-chave sobre a simplificação e os princípios de design de BANA auxiliam a conceber a ideia dos GIT. Após uma discussão sobre os métodos disponíveis e os resultados possíveis considerando o público-alvo, a equipe decide utilizar a impressão 3D para a produção de ambos os GIT. Como o Incluir não possui impressora 3D, a produção é realizada com o apoio do VID, o laboratório de design virtual do PgDesign da UFRGS.

4) Planejamento: A equipe de criação elabora a planilha de planejamento de conteúdo, na qual o gráfico é detalhado em relação à sua simplificação, segmentação, uso de padrões e texturas e é elaborada a nota do transcritor. O uso do banco de padrões e texturas auxilia nas decisões sobre quais tipos de padrões e texturas utilizar nas diferentes áreas do gráfico. A equipe se reúne e elabora a estratégia de projeto, que compreende quem irá se envolver nas etapas seguintes e a definição exata dos prazos de cada etapa. O painel visual do trello é atualizado com essas novas informações.

Figura 5: Desenvolvimento com o GIT+ - espaço do problema.

	1 Demanda	2 Análise	3 Ideação	4 Planejamento
Evidências	 <ul style="list-style-type: none"> • Painel visual com fluxo de atividades 		<ul style="list-style-type: none"> • Princípios de design de BANA 	<ul style="list-style-type: none"> • Planilha de planejamento de conteúdo • Painel visual atualizado com prazos e responsáveis pelas tarefas
Jornada do usuário <i>Aluno / Professor</i>	E-mail com gráficos e conteúdo	E-mail de confirmação	Responde ligação telefônica	
Frontstage <i>Ações da equipe / Tecnologia</i>		E-mail confirmando prazo final e o início do processo	E-mail ao professor pedindo explicações	
Ações internas	<ul style="list-style-type: none"> Recuperação do PEI junto ao banco de dados da IFE Reunião com equipe para transmitir a demanda e definir trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> Tratamento de imagem dos gráficos originais Análise do perfil do aluno e do conteúdo 	<ul style="list-style-type: none"> Decisão de simplificação do gráfico 8.35 e segmentação do gráfico 8.36 Decisão de produção de GIT usando impressão 3D 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração da Planilha de planejamento de conteúdo Definição da estratégia de projeto
Processos de apoio		Decisão de fazer o gráfico após usar árvore de decisão	Uso das ferramentas de simplificação e segmentação e dos princípios de design de BANA	<ul style="list-style-type: none"> Uso do banco de padrões e texturas Atualização do painel visual com fluxo de atividades

Fonte:: Elaborado pelo autor.

5) Criação: A equipe de criação cria junto da designer o arquivo digital que servirá para a produção. Elas utilizam como base para a criação a planilha de planejamento e como ferramentas de apoio o banco de estilos de linhas e o mapa de profundidade. No final da fase de criação realiza-se a verificação da compreensão do gráfico, utilizando o checklist de criação.

6) Protótipo: Um bolsista do laboratório VID, capacitado para operar a máquina de impressão 3D, prepara o arquivo digital para a impressão dos componentes que irão constituir os dois GIT. O mesmo separa os filamentos com cores diferentes para auxiliar na legibilidade do gráfico. Os componentes são impressos: o Gráfico 1 é impresso em duas partes, uma para a base e as informações gerais, e a outra parte para informações em destaque com um filamento colorido; o Gráfico 2 é segmentado em 2 GIT usando a mesma lógica de duas partes para cada GIT. Na etapa de pós-produção os componentes gráficos são colados e lixados para dar um acabamento mais suave ao toque. As etiquetas braille, confeccionadas no Incluir, são coladas e o protótipo está pronto.

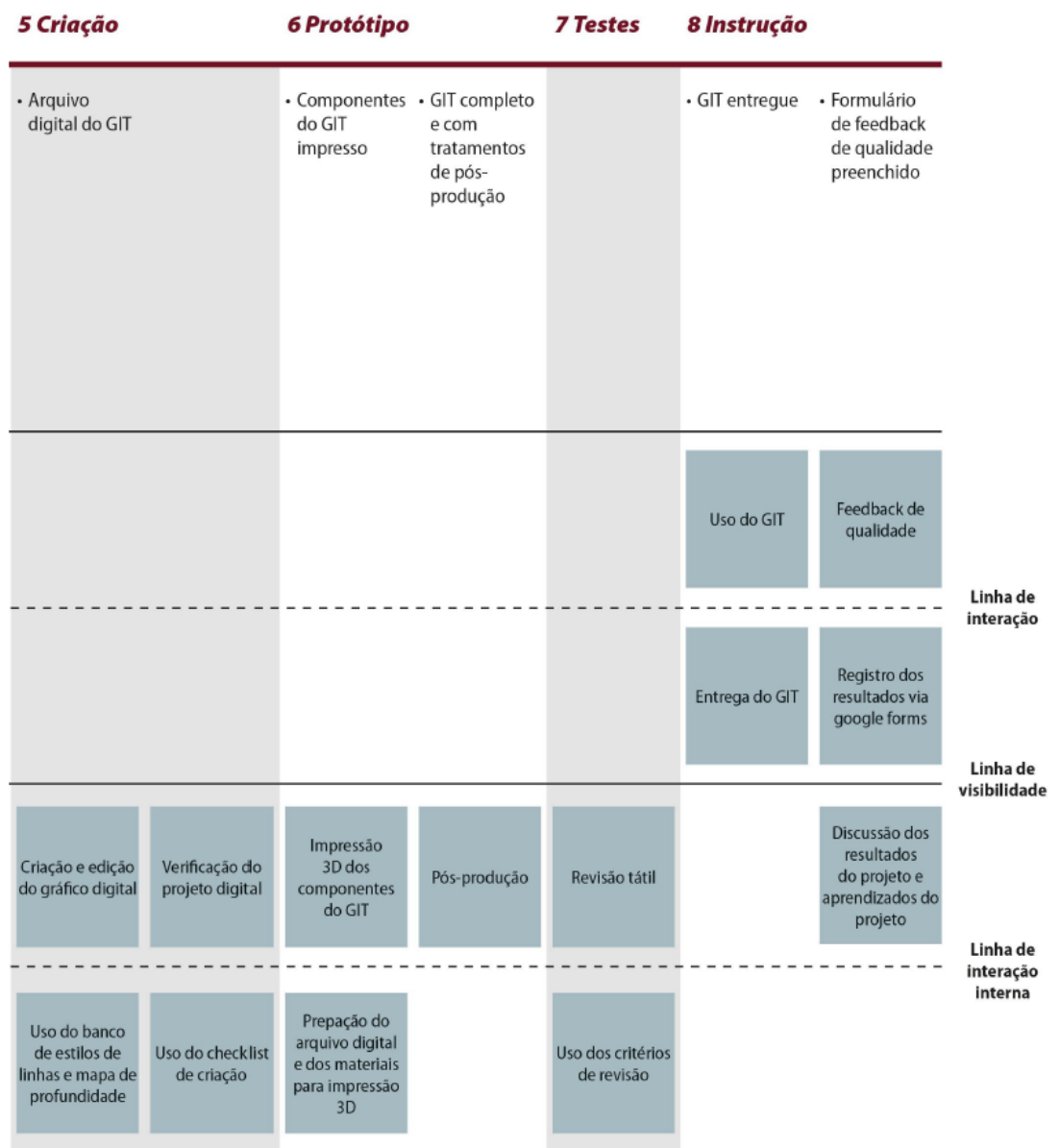
7) Testes: Na sala da equipe do Incluir realizam-se os testes de legibilidade do GIT com a equipe de revisão. As revisoras utilizam sua experiência e apoiam-se também nos critérios de

revisão. Os gráficos são considerados legíveis e compreensíveis e encaminhados para a instrução.

8) Instrução: Os gráficos são entregues aos alunos, que utilizam na sala de aula nas suas atividades instrucionais. Os alunos preenchem um formulário online enviando um feedback à equipe de projeto acerca da qualidade dos GIT gerados. A equipe de projeto recebe o feedback, registra o feedback do aluno e discute sobre os aprendizados do projeto. Os arquivos ficam salvos em uma pasta do projeto e as informações pertinentes são adicionadas ao documento do perfil do aluno.

A Figura 6 apresenta o espaço da solução, que compreende as etapas de criação, protótipo, testes e instrução.

Figura 6: Desenvolvimento com o GIT+ - espaço da solução.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Resultados e Discussão

Este tópico apresenta os resultados mais relevantes obtidos a partir dos estudos de caso. Esses resultados são observados em perspectiva à experiência geral do processo de desenvolvimento de GIT utilizado, ao alcance dos resultados das fases projetuais e a momentos específicos no processo. Inicialmente, analisa-se o caso do Incluir, seguido do caso do GIT+ e finaliza-se com a discussão que contrasta os ambos os estudos de caso.

Constatou-se que o desenvolvimento de GIT pela equipe do Incluir alcançou os resultados de todas as fases projetuais, com exceção da fase de instrução, a qual não fazia parte do escopo definido. Em relação à experiência de uso, traçam-se as seguintes observações:

- Todos os resultados foram alcançados sem maiores dificuldades, com exceção ao segundo gráfico da elipse, o qual demonstrou-se mais complexo, exigindo maior atenção e tempo despendido por parte da equipe.
- A equipe sentiu-se bem orientada em relação ao processo projetual, pois utilizou seu processo de desenvolvimento habitual.
- A equipe não buscou o apoio de ferramentas projetuais, tais como princípios, diretrizes e heurísticas para auxiliar na tomada de decisões sobre a adaptação dos gráficos.
- A equipe buscou reproduzir fielmente e com coesão os gráficos originais, adaptando as linhas e traços bidimensionais aos relevos, texturas, cores e ampliações necessitados pelas PCDV.
- A equipe não apontou nenhuma falta ou necessidade de melhorias em relação às atividades desenvolvidas.
- Apesar de o processo ser desenvolvido majoritariamente via *home office*, não foram relatadas dificuldades na comunicação ou no andamento do projeto.

As seguintes considerações têm relação a aspectos específicos no desenvolvimento dos GIT pelo Incluir:

- Na fase de análise, foi solicitado ao autor deste trabalho para limpar os gráficos – aumentar o seu contraste e legibilidade – que seriam inseridos em um documento do Word, ampliados e impressos, para posteriormente servirem como base para a criação dos GIT.
- Nas fases de Ideação e planejamento são detalhadas as estratégias para a adaptação dos gráficos, são usadas estratégias adicionais para público de baixa-visão apenas no Gráfico 8.22 da elipse.
- A equipe utilizou métodos artesanais para produzir os GIT: cola 3D, barbantes, além da reglete para reproduzir a escrita braille.
- O Gráfico 8.22 da elipse, que seria desenvolvido via termofusora acabou não sendo produzido.

Observam-se as seguintes limitações em relação aos resultados obtidos: embora toda equipe de projeto tenha sido convidada a preencher os relatos de desenvolvimento do processo, somente uma integrante submeteu respostas; as restrições de distanciamento social influenciaram no modelo de trabalho da equipe, alterando o fluxo de comunicação

usualmente utilizado entre a equipe, e impedindo a realização de testes dos materiais com os usuários finais.

Em relação ao segundo estudo de caso, foram alcançados os resultados de todas as fases projetuais, inclusive a fase de instrução que, pela natureza da simulação, pôde ser realizada. Em relação à experiência de uso do GIT+, podem ser feitas as seguintes considerações gerais:

- Por tratar-se do primeiro uso do framework pela equipe, algumas atividades e ferramentas são novidades e sempre deve-se considerar uma curva de aprendizado. Por outro lado, o Guia de Uso forneceu apoio à equipe, pois foi elaborado de maneira didática e com o propósito de auxiliá-la no processo de desenvolvimento do GIT.
- Independente da curva de aprendizado, o framework no seu formato Guia de Uso é um instrumento útil para a orientação da equipe, fornecendo diversas ferramentas, exemplos e textos explicativos sobre como desenvolver os GIT. Como o tempo de uso, espera-se que a equipe se aproprie do processo e dos métodos, técnicas e ferramentas ali inclusos, e que o Guia passe a ser utilizado como um instrumento de consulta pontual.
- O processo foi desenvolvido com a equipe em seu pleno funcionamento, contendo um designer bolsista e utilizando recursos de laboratórios parceiros como impressora 3D e técnico de operação das máquinas. Entende-se que nem sempre esses recursos estarão disponíveis nos diferentes contextos projetuais, e que adaptações são realizadas nesses casos.

As seguintes considerações têm relação a aspectos específicos no desenvolvimento simulado dos GIT:

- O processo bem estruturado e explicado no Guia de Uso forneceu apoio à equipe de projeto, de forma a auxiliar em decisões complexas e nos principais desafios de projeto. O fluxo de fases, etapas, ferramentas e exemplos, forneceu esta estrutura clara e didática.
- Na fase de ideação, a equipe optou por simplificar o Gráfico 1 e segmentar o Gráfico 2, devido à sua complexidade. O método de produção utilizado para ambos os gráficos foi a impressão 3D.
- Na fase de planejamento, foi criada a planilha de planejamento – detalhando a simplificação, segmentação e o uso de padrões e texturas – além da nota do transcritor. A definição dos padrões e textura foi apoiado pela ferramenta banco de padrões e texturas e a nota do transcritor foi apoiada pelas diretrizes incluídas no Guia e exemplos.
- Na fase de criação os gráficos foram criados com o auxílio da ferramenta banco de estilos e linhas a fim de fornecer legibilidade e consistência. A ferramenta mapa de profundidade não tem utilidade devido ao grau de abstração e simplicidade volumétrica dos gráficos.
- Os protótipos do Gráfico 1 e Gráfico 2 – o qual foi segmentado em duas partes – foram construídos em duas partes com cores distintas: (i) base e informações gerais; e (ii) detalhes e ênfases.
- Os testes foram apoiados por critérios de revisão.

- Após o uso dos gráficos na situação de instrução, os alunos avaliaram a sua utilidade respondendo a um formulário on-line, e as informações pertinentes foram incluídas no seu documento de perfil.
- O Trello foi utilizado como uma ferramenta de gestão de projeto que proporciona a atribuição de tarefas e atualizações em tempo real do processo projetual.

Observa-se limitações em relação à natureza simulada do processo GIT+ utilizando o mapa de serviço. Esses resultados foram baseados na experiência do autor da pesquisa com os processos projetuais da equipe do Núcleo de Acessibilidade Incluir/UFRGS, assim como o processo do Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA/IFRS) e, sobretudo, a partir da observação do primeiro estudo de caso. A simulação do processo foi uma saída às restrições impostas pela pandemia de Covid-19, pois a aplicação do GIT+ exigiria treinamento da equipe e encontros presenciais, o que tornaram-se fatores complicadores.

Por outro lado, o mapa do serviço, assim como afirma IDEO (2015), é uma ferramenta adequada para visualizar processos complexos adicionando uma camada de visualização objetiva na exploração desses problemas. Apesar das limitações mencionadas, o plano original do estudo de caso manteve-se – o de contrastar uma mesma equipe projetual desenvolvendo processos equiparáveis em termos de cenário projetual, modificando a variável do processo sistematizado ou processo usual.

A partir dos resultados apresentados sobre ambos os estudos de caso, é possível contrastar os principais aspectos observados, assim como, discutir alguns pontos de maior relevância. O primeiro fator a ser observado é que ambos os processos desenvolvidos atingiram os resultados esperados considerando o desenvolvimento de todas as fases projetuais – com as exceções do primeiro estudo de caso em que não se pôde realizar testes com usuários, nem realizou-se a fase de instrução.

No Incluir, o processo foi desenvolvido com grande senso de orientação, pois a equipe estava utilizando seu processo de projetos usual. Não foram relatadas dificuldades no uso do processo, nem observou-se o uso de princípios, diretrizes e ferramentas que auxiliassem na criação dos GIT. A equipe também não sentiu falta de apoio na realização das atividades nem sugeriu melhorias no processo.

Nesse sentido o processo projetual do Incluir é altamente empírico, baseado na experiência da equipe projetual. Assim, constata-se que este é um processo dependente dos indivíduos da equipe e de sua experiência prévia. Duas questões são observadas em relação a esse modelo de processo projetual: por não ter uma estrutura bem definida e ferramentas de apoio projetual, caso algum membro vital saia da equipe, seu conhecimento tácito sobre o projeto de GIT também pode ficar inacessível ao restante da equipe; considerando que a equipe não sente a necessidade de melhorias e desconhece diversas ferramentas úteis nesse sentido, pode-se correr o risco de estagnação e perder oportunidades de melhorar os processos e seus resultados.

O GIT+, por outro lado, traz mais possibilidades aos projetistas através de uma estrutura projetual bem definida, com muitas ferramentas de apoio. Dessa forma, os projetistas são apoiados nas diferentes fases projetuais e na tomada de decisões importantes na adaptação dos GIT, através de procedimentos, ferramentas, diretrizes e exemplos. Nesse sentido, cria-se uma cultura de equipe em que se almeja melhorar os processos e resultados produzidos. Além disso, com um processo bem definido e apoiado por ferramentas, o conhecimento explícito imbuído no processo utilizado assegura a equipe contra qualquer possível evasão de seus membros.

No caso do Incluir, o gráfico adaptado não passou por um processo de simplificação. A equipe baseia-se na heurística de que o gráfico original deve ser reproduzido fielmente enquanto busca-se manter uma unidade e coesão. Por outro lado, no estudo do GIT+, o Gráfico 1 passou por um processo de simplificação e o Gráfico 2 foi segmentado em duas unidades devido ao seu grau maior de complexidade. Segundo Erikson (2003) e BANA (2010), esse processo de simplificação é necessário para melhorar a legibilidade e compreensão do conteúdo pelas PCDV.

Em ambos os estudos de caso, um designer realizou o tratamento dos gráficos originais, a fim de trazer maior contraste e legibilidade na fase de análise do gráfico. O designer também foi importante na durante a fase de criação no processo com o GIT+, já que os gráficos adaptados foram criados inicialmente no computador e depois impressos em 3D. Nesse sentido, constata-se a grande utilidade de se ter um designer acessível à equipe projetual, principalmente em casos onde os gráficos serão criados via fabricação digital.

Destaca-se também que no caso do Incluir os GIT foram criados segundo o método artesanal de produção, sendo esse o método habitual de produção dos gráficos pela equipe. No segundo caso, além do processo sistematizado e das diversas ferramentas projetuais utilizadas, os GIT foram produzidos segundo métodos de fabricação digital. Esta estrutura de maquinário para fabricação digital está disponível com frequência para os diversos núcleos de acessibilidade nas IFES brasileiras, através de estruturas próprias ou laboratórios parceiros. Segundo Edman (1992) e Gershenfeld (2012), os sistemas CAD e CAM trazem agilidade e facilidades à produção de GT, além de trazerem capacidades nas etapas de criação, edição, recuperação e produção.

Também se entende que cada contexto e cada projeto específico de GIT irá contar com diferenças nas variáveis de grupos de usuários, tecnologias disponíveis, equipe, tarefas e desafios específicos (O'MODHRAIN et al., 2015). Isso corresponde à realidade das IFES brasileiras e, nesse sentido, o GIT+ fornece apoio e orientação, através do seu processo sistematizado e de suas diversas ferramentas projetuais.

No processo realizado com o GIT+ foram utilizadas as seguintes ferramentas: princípios de design de BANA; planilha de planejamento; nota do transcritor; banco de padrões e texturas; trello; banco de estilos e linhas; mapa de profundidade; checklist de criação; critérios de revisão; e formulário de feedback. Observa-se que essas ferramentas oferecem grande apoio aos projetistas, podendo ser decisivas na criação de gráficos adaptados de qualidade. No entanto, vale ressaltar dois pontos importantes no uso das ferramentas:

- Mesmo com as instruções e exemplos de como aplicar as ferramentas, ainda existe um grau de empirismo e experiência necessário no uso de algumas. Como exemplo: escolha o melhor método de produção considerando as características do gráfico em questão. Aqui o projetista deve ter alguma experiência para saber quais métodos produzirão os melhores resultados.
- Algumas ferramentas, mesmo que presentes no framework, não necessitam ser utilizadas em algumas situações. Como foi o exemplo do mapa de profundidade, o qual constatou-se não ser necessário devido à simplicidade volumétrica dos gráficos adaptados.

6. Considerações Finais

A realização deste trabalho permitiu acompanhar o processo de desenvolvimento de GIT no Núcleo de Acessibilidade Incluir da UFRGS, assim como, contrastar com o GIT+ ao agregá-lo a este processo de desenvolvimento. Constatou-se que o processo de desenvolvimento do Incluir possibilita a produção de GIT dentro do contexto das IFES, e que sua equipe se sente orientada e não relata dificuldades na execução desse processo. No entanto, o grau de dependência no conhecimento empírico dos membros de sua equipe traz riscos como estagnação, perda de conhecimento tácito, e perda de oportunidades de melhorias no processo projetual.

O GIT+, por sua vez, possibilitou o desenvolvimento dos GIT propostos e trouxe maiores possibilidades, através do seu processo sistematizado contendo diversas ferramentas projetuais. Nesse sentido, o GIT+ apresenta-se como uma oportunidade relevante ao contexto de projeto de GIT das IFES, através da possibilidade de aplicação dessas ferramentas pelas equipes de projeto. Assim, o GIT+ traz maior ênfase ao processo de projeto, protegendo a equipe projetual de possíveis evasões, e promove-se a qualidade no resultado final, assim como uma cultura de melhoria do processo através da aplicação contínua das ferramentas.

Ressaltam-se as seguintes observações específicas em relação aos estudos de caso realizados: recomenda-se a presença de um designer na equipe projetual, especialmente nos casos em que se trabalha com a fabricação digital; o processo de simplificação é importante durante as fases de análise e criação dos GIT, considerando sua legibilidade e compreensão; mesmo com a disponibilidade de ferramentas projetuais úteis para a criação dos GIT, nem sempre elas se fazem necessárias em consideração às necessidades específicas de cada demanda.

Referências

- BANA - THE BRAILLE AUTHORITY OF NORTH AMERICA. **Guidelines and standards for tactile graphics**. 2010. Disponível em: <http://www.brailleauthority.org/tg/index.html>. Acesso em: 16 fev. 2017.
- BORNSCHEIN, J.; PRESCHER, D.; WEBER, G. Inclusive production of tactile graphics, In: IFIP Conference on Human-Computer Interaction. **Anais...** Springer: Cham, 2015. p. 80-88. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84945529417&doi=10.1007%2F978-3-319-22701-6_7&partnerID=40&md5=a68141be079de62d4a98f7feace23823
- CLARK, R.; LYONS, C. **Graphics for learning: Proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals in training materials**. 2. ed. San Francisco: Pfeiffer, 2011. Disponível em: http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Q6lg-pLWws4C&oi=fnd&pg=PT12&dq=GRAPHICS+for+Learning:+Proven+Guidelines+for+Planning,+Designing,+and+Evaluating+Visuals+in+Training+Materials&ots=_51qVf1bAu&sig=7eMpNdultXS0Zframework7l8zckWbhhBg. Acesso em: 2 jun. 2013.
- EDMAN, P. **Tactile graphics**. Arlington: American Foundation for the Blind, 1992. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=C7vq4-Th71AC&pg=PA101&pg=PA101&dq=Edman,+P.K.:+Tactile+graphics.&source=bl&ots=prf9p4nBFY&sig=cMUx26kPLR4Fcbjji-OjA727eeQ&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjL6jlfnbAhWJipAKHT8ABFMQ6AEIPjAD#v=onepage&q=Edman%2C%20P.K.%3ATactil>. Acesso em: 4 jul. 2018.
- ERIKSSON, Y. **Art beyond sight: a resource guide to art, creativity, and visual impairment**. In: AXEL, E. S.; LEVENT, N. S. (Eds.). Arlington: AFB Press, 2003. p. 503.

GERSHENFELD, N. **How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution**. New York: Foreign Affairs, 2012.

GIBBONS, S. **Service Blueprints**: Definition. Nielsen Norman Group. Ago. 27, 2017. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/service-blueprints-definition/>. Acesso em: 9 ago. 2021.

IDEO. **The field guide to human-centered design**: design kit. San Francisco: IDEO, 2015. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/The_Field_Guide_to_Human_centered_Design.html?id=T3urQEACAAJ&redir_esc=y. Acesso em: 26 nov. 2018.

JONES, M. G.; BROADWELL, B. **Visualization Without Vision**: Students with Visual. In: Visualization: Theory and Practice in Science Education. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. p. 283–294.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: <http://www.amazon.co.uk/Multimedia-Learning-Richard-E-Mayer/dp/0521735351>. Acesso em: 25 jun. 2013.

O'MODHRAIN, S. et al. **Designing Media for Visually-Impaired Users of Refreshable Touch Displays: Possibilities and Pitfalls**. IEEE Transactions on Haptics, v. 8, n. 3, p. 248–257, 2015. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7182782/>. Acesso em: 13 mar. 2018.

PRESCHER, D.; BORNSCHEIN, J.; WEBER, G. Production of Accessible Tactile Graphics. In: COMPUTERS HELPING PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS. **Anais...** ICCHP, 2014.

SANCHES, E. C. P.; DE MACEDO, C. M. S.; BUENO, J. Three-dimensional tactile images for blind people: A proposition for a translating model of static two-dimensional images, In: International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. **Anais...** Springer, Cham, 2018, p. 465-476. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-2-0-85026310972&doi=10.1007%2F978-3-319-60597-5_44&partnerID=40&md5=044d376bc5b34d473a8fb698fdcd611b. Acesso em: 2 jun. 2020.

SUNG, E.; MAYER, R. E. When graphics improve liking but not learning from online lessons. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 5, p. 1618–1625, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563212000921>. Acesso em: 1 mar. 2013.

VIARO, F. **Framework para a produção de gráficos instrucionais táteis nas instituições federais de ensino superior**. 2022. 261 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, 2022.