

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO DESIGN CENTRADO
NO USUÁRIO PARA MELHORIAS DE USABILIDADE
DE UMA INCUBADORA NEONATAL**

VINÍCIUS DE CASTRO SEGHE TO

ITAJUBÁ, MAIO DE 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VINÍCIUS DE CASTRO SEGHETO

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO DESIGN CENTRADO
NO USUÁRIO PARA MELHORIAS DE USABILIDADE
DE UMA INCUBADORA NEONATAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**.

Área de Concentração: Engenharia de Produção (Qualidade e Produtos)

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello

Coorientadora: Dr^a. Renata Aparecida Ribeiro Custódio

MAIO DE 2019

ITAJUBÁ

Dedicatória

Dedico este trabalho a Kivía Mota Nascimento, que tem participação direta em minha constante evolução pessoal, profissional e acadêmica.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por sempre ter me iluminado e guiando nesse caminho que trilhei até aqui sem que me deixa-se desistir, mesmo nos momentos mais conturbados.

Agradecer a Kívia Mota Nascimento, o amor da minha vida, por me incentivar a buscar sempre mais conhecimento, me apoiando em todos os momentos e sempre acreditando em mim, mas do que eu mesmo. Nos momentos mais críticos, foi ela que me amparou, me deu apoio e conforto, sempre me mostrando que o caminho sempre é mais leve do que se parece. É um sentimento de gratidão inefável!

Agradeço a minha mãe, Marli, com quem sempre pude contar e sempre me deu apoio. Ao meu pai, Arlindo, que me ensinou a sempre acreditar nos meus sonhos e nunca desistir deles e a minha irmã, Maísa que sempre me contagiou com sua alegria e sempre acreditou que eu seria capaz de concretizar mais essa etapa da minha vida.

Agradeço aos meus avós, Hirla, Luiz, Célia e Vicente, por toda compreensão, carinho e orações para que tudo acontecesse da melhor forma possível. Agradeço a todos os meus tios também, que nunca me abandonaram, mesmo eu estando longe.

Agradeço a Neide, José Lucio, Kirna, Rafael, Manuela, Shênia e Carlos, minha segunda família e que sempre demonstraram todo carinho e respeito as minhas decisões e apoiaram a todo momento.

Agradeço aos meus orientadores, Carlos Mello e Renata Custódio, por toda disponibilidade e carinho que demonstraram ter comigo, sempre me mostrando que poderia ser cada dia melhor em minha pesquisa. Agradeço ainda a professora Dra. Ana Paula Almeida e o Rafael, estagiário do laboratório, com quem pude contar sempre que precisei. A Yasmin que participou do teste piloto e sempre deu apoio.

Agradeço aos alunos de enfermagem do Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves (UNIPTAN), juntamente com a coordenação do curso, que aceitaram a participar dessa pesquisa e conseqüentemente no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à UNIFEI, à CAPES, ao CNPQ e à FAPEMIG pelo apoio financeiro e estrutural, imprescindíveis à concretização deste trabalho. A todos os professores pela generosidade e por serem fonte de inspiração na minha caminhada

RESUMO

Visando a competitividade do mercado atual as empresas buscam cada dia mais a satisfação de seus consumidores. Para isso, tornam-se necessárias técnicas que possam ser utilizadas no desenvolvimento de seus produtos focando, principalmente, nas necessidades de seus clientes. Dentre elas destaca-se o Design Centrado no Usuário (DCU), uma filosofia que se baseia nas necessidades e nos interesses dos usuários para garantir o sucesso do produto. No contexto do desenvolvimento de equipamentos médicos é ainda mais importante o envolvimento dos usuários para garantir o desenvolvimento de produtos eficazes e livres de erros. Porém, a abordagem do DCU não é muito utilizada na prática, sendo necessário o desenvolvimento de estudos práticos de sua aplicação que seja a base para novos estudos. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo a aplicação da abordagem do DCU para melhoria da usabilidade de um equipamento eletromédico, mais especificamente, uma incubadora neonatal. O estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa-ação, sendo possível identificar grande semelhança entre suas etapas e do DCU. Para condução da pesquisa foram feitos testes de usabilidade, aplicados os questionários QUIS e SUS, realizadas entrevistas semiestruturadas e observação direta. Com o envolvimento dos usuários, foi possível identificar pontos de melhoria para a incubadora e após a implementação das mudanças, foi possível obter a melhoria da usabilidade do novo conceito.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produtos, Design centrado no usuário, Usabilidade, Incubadora neonatal.

ABSTRACT

Aiming at the competitiveness of the current market, companies seek more and more the satisfaction of their consumers. For this, it becomes necessary techniques that can be used in the development of its products, focusing mainly on the needs of its customers. Among them is the User-Centered Design (UCD), a philosophy that is based on the needs and interests of the users to guarantee the success of the product. In the context of medical device development, it is even more important to engage users to ensure effective and error-free product development. However, the DCU approach is not widely used in practice, and it is necessary to develop practical studies of its application that are the basis for new studies. Thus, this research had as objective the application of the DCU approach to improve the usability of an electro medical equipment, more specifically, a neonatal incubator. The study can be characterized as an action research, being possible to identify great similarity between its stages and the DCU. To conduct the research were made usability tests, applied the QUIS and SUS questionnaires, conducted unstructured interviews and direct observation. Involving the users, it was possible to identify improvement points for the incubator and after the implementation of the changes, it was possible to obtain the usability improvement of the new concept.

Keywords: Product development, User-centered design, Usability, Neonatal incubator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Abordagem do DCU	19
Figura 3.1: Estruturação da pesquisa-ação	26
Figura 3.2: Incubadora analisada.....	28
Figura 3.3: Plano do DCU	31
Figura 3.4: Laboratório de Usabilidade e Fatores Humanos da Universidade Federal de Itajubá.....	33
Figura 4.1: Incubadora Neonatal utilizada Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal	39
Figura 4.2: Incubadora com e cobertor para reduzir ruídos e luminosidade	40
Figura 4.3: Testes de usabilidade da incubadora.....	41
Figura 4.4: Tela para Ajuste de Data e Hora	44
Figura 4.5:Tela Inicial	45
Figura 4.6:Tela para configuração da Umidade Relativa	45
Figura 4.7:Tela para configuração da temperatura do Modo PELE.....	45
Figura 4.8:Tela para configuração da temperatura do Modo AR.....	45
Figura 4.9: Telas propostas no novo conceito (Parte 1)	51
Figura 4.10: Teste de usabilidade do novo conceito	53
Figura 4.11: Resultado do SUS	58
Figura 4.12: Resultado Comparativo do SUS	59
Figura 4.13: Resultado Comparativo do QUIS	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Os sete princípios de <i>design</i> (Parte 1).....	17
Quadro 2.2: Os sete princípios de <i>design</i> (Parte 2).....	18
Quadro 3.1:Relacionamento das fases da Pesquisa-ação e DCU	27
Quadro 3.2: Lista de Tarefas do Teste de Usabilidade (Parte 1).....	32
Quadro 4.1: Resultado do Teste de Usabilidade da Incubadora.....	42
Quadro 4.2: Problemas, soluções propostas e princípios de <i>design</i> utilizados (Parte 1)	49
Quadro 4.3: Problemas, soluções propostas e princípios de <i>design</i> utilizados (Parte 2)	50
Quadro 4.4: Resultado do Teste de Usabilidade do novo conceito (Parte 1)	54
Quadro 4.5: Resultado do Teste de Usabilidade do novo conceito (Parte 2)	55
Quadro 4.6: Comparação dos resultados (Parte 1)	61
Quadro 4.7: Comparação dos resultados (Parte 2)	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Resultado do SUS para teste de Usabilidade da Incubadora	48
Tabela 4.2: Resultado do QUIS para teste de usabilidade da Incubadora.....	48
Tabela 4.3: Resultado do SUS para teste de usabilidade do novo conceito	55
Tabela 4.4: Resultado do QUIS para teste de usabilidade do novo conceito	56
Tabela 4.5: Comparação entre os resultados dos testes.....	57
Tabela 4.6: Comparação entre os resultados dos testes.....	57

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	11
1.1.	Contextualização da pesquisa	11
1.2.	Justificativa	11
1.3.	Objetivos.....	14
1.3.1.	Objetivo Geral	14
1.3.2.	Objetivos Específicos	14
1.4.	Estrutura do Trabalho	14
2.	Referencial teórico.....	16
2.1.	Design Centrado no Usuário: Origem e fundamentos	16
2.1.1.	Os Sete Princípios de <i>Design</i>	17
2.2.	Conceituação da Abordagem do Design Centrado no Usuário	19
2.3.	Ferramentas para avaliação da usabilidade.....	20
2.3.1.	Identificação do público de interesse.....	21
2.3.2.	Persona	21
2.3.3.	Think Aloud.....	22
2.3.4.	Questionários	22
3.	Metodologia de Pesquisa	25
3.1.	Estruturação	26
3.2.	Etapas do Design Centrado no Usuário	27
3.2.1	Visão e Planejamento	27
3.2.2.	Analisar requisitos e necessidades dos usuários.....	32
3.2.3.	Design para a usabilidade	36
3.2.4.	Construir e desenvolver	36
3.2.5.	Avaliar uso no contexto.....	36

3.2.6. Feedback.....	36
4. Resultados e Discussões	37
4.1. Analisar requisitos e necessidades dos usuários	37
4.1.1. Usuários, contextos dos usuários e cenários.....	37
4.2. <i>Design</i> para usabilidade	49
4.3. Construir e Desenvolver	53
4.4. Avaliar uso no contexto	55
4.5. Feedback	56
4.6. Análises e discussões	60
5. Conclusão	64
Referências	66
APÊNDICE A – Termo de consentimento para realização de teste de usabilidade.....	70
APÊNDICE B– Resultados dos questionários no teste de usabilidade da incubadora ..	73
APÊNDICE C - Resultados dos questionários no teste de usabilidade do novo conceito	75
ANEXO A – Questionário SUS	77
ANEXO B: Questionário QUIS	78

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização da pesquisa

Os métodos e abordagens de Engenharia de Fatores Humanos têm sido cada vez mais utilizados na área de saúde. Com a evolução da Tecnologia da Informação e sua aplicação cada vez mais constante em equipamentos médicos, torna-se necessária a aplicação de técnicas de Design Centrado no Usuário e avaliação de usabilidade para garantir a adequada adaptação destes equipamentos para a realidade da área de saúde (SRINIVAS, CORNET e HOLDEN, 2016).

Para garantir competitividade no mercado atual, as empresas necessitam desenvolver seus produtos focando na satisfação dos consumidores. Para alcançar essa satisfação, devem-se utilizar técnicas que possibilitem basear o desenvolvimento nas necessidades dos clientes, considerando-se quatro níveis conceituais: aspiracional, emocional, funcional e físico. O nível aspiracional está relacionado ao fato de que os produtos devem melhorar a imagem pessoal ou *status* do consumidor; o nível emocional relaciona-se a despertar sentimentos positivos e emoções; enquanto o nível funcional está ligado ao fornecimento de utilidade e funcionalidade adequados ao produto e o nível físico a incluir estética específica ou elementos de *design* funcional (SMITH e SMITH, 2012).

Se, anteriormente, utilizavam-se técnicas centradas nos produtores, em que se procurava melhorar as funcionalidades do produto levando em conta as metas estabelecidas por eles, atualmente as empresas precisam focar em formas de reunir desejos e necessidades expressos pelos usuários do produto, utilizando técnicas de Design Centrado no Usuário, do inglês *User Centered Design*, neste trabalho referenciado como DCU (SMITH, SMITH e CHEN, 2013).

Assim, o DCU pode ser destacado como uma metodologia a ser utilizada no desenvolvimento por ligar o *design* às necessidades dos usuários, melhorando a satisfação do cliente e qualidade e sucesso do produto. (SMITH e SMITH, 2012).

1.2. Justificativa

Durante o processo de desenvolvimento, o *designer* precisa considerar aspectos relativos ao seu produto e suas interações com seus subsistemas, ambiente e usuário. Além disso,

precisa tratar de elementos conflitantes como tempo, dinheiro, questões comerciais e experiência, que influenciam diretamente o processo de *design*.

No contexto do desenvolvimento de equipamentos eletromédicos (HAGERDON *et al.*, 2016) o acesso limitado e a falta de familiaridade com o ambiente são um empecilho à investigação detalhada das necessidades dos usuários e do ambiente, resultando em um desafio ainda maior. A falta de reconhecimento do valor econômico e barreiras para a inclusão de fatores humanos no processo de engenharia fazem com que as percepções dos tomadores de decisão sejam priorizadas em detrimento às dos verdadeiros usuários finais no dia a dia da indústria. Ainda que essas informações estejam relativamente acessíveis, não está claro como é possível utilizá-las para melhoria do processo de *design* e do produto projetado, o que prejudica o equilíbrio entre as normas regulatórias, interesses dos fabricantes e dos usuários. Esses desafios mostram que é necessária uma gestão do conhecimento em *design* de equipamentos eletromédicos (HAGEDORN *et al.*, 2016).

No presente trabalho, utilizou-se uma incubadora neonatal como base para a aplicação. A justificativa da escolha pauta-se em dois pontos principais. Primeiramente, este tipo de produto está relacionado diretamente à saúde do ser humano e deve-se garantir que seu manuseio seja induzido de maneira intuitiva, livre de falhas. As Unidades de Terapia Intensiva Neonatais são ambientes com alto potencial de risco de ocorrência de problemas sérios, sendo considerados de alta complexidade (FLATO e GUIMARÃES, 2011). Dada a sua vital importância na assistência a recém-nascidos prematuros, a incubadora neonatal pode proporcionar ao neonato maior perspectiva de vida por criar um microambiente no qual o ar é filtrado, a fim de evitar possíveis infecções, e o controle da temperatura e umidade do ar, de forma que atenda às necessidades do assistido.

Costas, Tonete e Parada (2017), ainda apontam como fator de destaque da incubadora o fato de ela prevenir a hipotermia, algo que está diretamente ligado ao crescimento no número de morbidade e mortalidade dos recém-nascidos prematuros e tem chamando a atenção de instituições e profissionais da área de saúde.

Custódio *et al.* (2019) e Ferris e Shepley (2013) puderam identificar falhas em incubadoras neonatais por meio da aplicação de ferramentas centradas no homem, sendo elas relacionadas à própria estrutura do equipamento quando ao sistema de informação utilizados. Ferris e Shepley (2013) destacam que, apesar de sua importância para redução da mortalidade infantil, houve poucas modificações em relação ao projeto fundamental

das tecnologias aplicadas às incubadoras desde sua criação ainda que já tenham sido identificadas falhas e oportunidades de melhoria nos projetos. Este equipamento foi idealizado no ano de 1880, por M. Tarnier e usado pela primeira vez, na *Maternité de Paris*, em 1881 (PINHEIRO *et al.*, 2011).

Sendo assim, tanto pacientes quanto usuários (médicos, enfermeiros, técnicos) devem se sentir confortáveis ao interagir com o equipamento, ou seja, a interface e o *design* do produto deve estar de acordo com as necessidades e realidades dos envolvidos no processo. Assim, o envolvimento do usuário no desenvolvimento e também no *redesign* dos equipamentos médicos é de vital importância e a aplicação do DCU pode contribuir na execução do projeto do produto.

A este respeito, Zhang (2005) destaca que muitos sistemas de informações ligados à saúde falham, não por questões tecnológicas, mas devido a uma lacuna de considerações sistemáticas relacionadas a questões humanas e não tecnológicas durante o processo de desenvolvimento e implementação. O autor afirma ainda que é de extrema importância a utilização de metodologias centradas no homem, especificamente para desenvolver domínios relacionados à saúde. Isso porque há melhora na eficiência e produtividade, a facilidade de uso e aprendizagem, melhoria na adoção, retenção e satisfação, além da redução de erros médicos, tempo e custo de desenvolvimento e treinamento.

Johnson, Johnson e Zhang (2005) destacam ainda que não desenvolver os sistemas relacionados à saúde de acordo com os usuários culmina no abandono do uso e necessidade de *redesign*. Isso resulta não só em desperdício de tempo, mas ocasiona frustração dos usuários e *designers* e representa um processo que pode ser bastante oneroso.

Por meio de uma *survey*, Vredenburg *et al.* (2002) puderam perceber que tópicos considerados na aplicação idealizada do DCU, como o foco na experiência total do usuário, envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de ponta a ponta e acompanhamento da satisfação do cliente, geralmente não são utilizados na prática por empresas. Assim, os autores destacam que, apesar da existência de pesquisas referentes à operacionalização e otimização do DCU, o que é levantado e destacado na literatura, muitas vezes, não é efetivo na prática, surgindo a necessidade de se formular orientações para praticantes da metodologia. Srinivas, Cornet e Holden (2016) afirmam ainda que existem poucos exemplos práticos de aplicação do DCU na literatura, principalmente

envolvendo a utilização de vários meios de coletas de dados ao mesmo tempo, prática que possibilita uma melhor captação das necessidades dos usuários.

Vrendenburg *et al.* (2002) puderam perceber claramente *tradeoffs* envolvidas na aplicação do DCU: apesar de reconhecer a importância de estudos de campo, grande parte das empresas não os realizam, devido ao alto custo envolvido; já as avaliações heurísticas são mais utilizadas devido à maior facilidade e menor custo de aplicação. Além disso, Hagedorn *et al.* (2016) levantam o problema relativo à diferença entre o tomador de decisão de compra e o usuário que manuseia o equipamento, que podem ter conflito de interesses.

Dessa forma, reconhece-se a necessidade e importância da realização pesquisas práticas na aplicação do DCU, com o intuito de orientar de forma prática sua aplicação (SMITH, SMITH E CHEN, 2013; VRENDENBURG *et al.*, 2002).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Analisar a contribuição do Design Centrado no Usuário na melhoria da usabilidade de uma incubadora neonatal.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar oportunidade de melhoria na interface de uma incubadora neonatal a partir da aplicação de técnicas centradas no usuário.
- Propor um novo conceito para a incubadora neonatal por um protótipo que atenda as oportunidades de melhoria detectadas sob a ótica da DCU.
- Validar as recomendações do protótipo a partir de um Teste de Usabilidade comparativo.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos.

O Capítulo 1 contextualiza o tema da pesquisa, apresenta a justificativa para a realização do trabalho, bem como os objetivos da dissertação. Além disso, expõem a estrutura do trabalho, apresentando o conteúdo de cada capítulo.

O Capítulo 2 constitui a fundamentação teórica do trabalho abordando o Design Centrado no Usuário, suas ferramentas.

No Capítulo 3 é apresentada a Metodologia de Pesquisa, incluindo a classificação da pesquisa científica, sua estruturação e o planejamento dos testes de usabilidade.

No Capítulo 4, são apresentados os Resultados e Discussões do trabalho e no Capítulo 5 são apresentadas as Conclusões.

Por fim, estão presentes as Referências, os Apêndices e Anexos do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Design Centrado no Usuário: Origem e fundamentos

O Design Centrado no Usuário (DCU) pode ser estruturado com base em um modelo de três fases: estudar ou analisar, projetar e avaliar (HOLDEN *et al.*, 2016; SRINIVAS, CORNET e HOLDEN, 2016). Essa estrutura consiste em um processo iterativo que inclui: entender o usuário, suas tarefas, metas e os diferentes aspectos relativos ao ambiente e as fronteiras do contexto.

O projeto de produtos com base na intuição nos objetos do cotidiano não se mostra como prioridade para as empresas e, às vezes, deixa os usuários frustrados e incapazes de finalizar as tarefas que, aparentemente, são simples (ABRAS, MALONEY-KRICHMAR e PREECE, 2004).

Criado na década de 1980 pelo pesquisador Donald Norman na Universidade da Califórnia (ABRAS, MALONEY-KRICHMAR e PREECE, 2004), o DCU é uma filosofia que se baseia nas necessidades e nos interesses dos usuários para que possam ser feitos produtos facilmente utilizáveis (NORMAN, 2002).

O DCU leva em consideração os *insights* e contexto do usuário, o que traz informações estratégicas para as organizações que querem projetar e desenvolver projetos que sejam usáveis e úteis. Assim, o DCU não deixa que as empresas tenham uma abordagem idiossincrática, já que é necessário que seja entendido diferentes formas de estratégia e procedimentos que são relevantes para se gerenciar um projeto (ESHET, DE REUVER e BOUWMAN, 2017).

A Engenharia de Fatores Humanos procura entender o problema utilizando abordagens centradas no usuário, solucionando de fato o problema, evitando propor soluções das quais os usuários talvez não precisem (YIN *et al.*, 2016).

Com a utilização do DCU, espera-se que o usuário não tenha que passar por nenhum treinamento ou manual de instruções, fazendo com que ele pense sempre que o produto é de fácil compreensão e clareza. Caso estes pensamentos não ocorram é porque o *design* foi falho (NORMAN, 2002).

Assim, Norman (2002) sugere que o *design* deve: fazer uso de coerções, ou seja, fazer com que seja fácil determinar quais as ações possíveis a serem executadas a qualquer

momento; fazer com que o modelo conceitual do sistema, as ações opcionais e os resultados das ações sejam visíveis; fazer com que a avaliação do sistema atual seja fácil; além de seguir os mapeamentos naturais entre as intenções e ações exigidas, entre ações e efeitos resultantes e entre as informações visíveis e a interpretação do estado do sistema (ABRAS, MALONEY-KRICHMAR e PREECE, 2004; NORMAN, 2002).

Desta forma, ao usuário deve ter assegurado que (1) ele pode descobrir o que está fazendo e (2) saiba o que está acontecendo na condição que ele se encontra (NORMAN, 2002).

Para facilitar as tarefas de DCU, Norman (2002) defende que se deve atentar a sete princípios de *design*, descritos detalhadamente no tópico 2.1.1 a seguir.

2.1.1. Os Sete Princípios de *Design*

No Quadro 2.1 a seguir são apresentados os princípios que Norman (2002) defende para que se possa transformar o *design* difícil em *design* simples e objetivo.

Quadro 2.1: Os sete princípios de *design* (Parte 1)

Princípio	Descrição	Sub-princípio	Descrição
Usar ao mesmo tempo o conhecimento no mundo e o conhecimento na cabeça	O <i>design</i> do produto deve fazer com a que a tarefa a ser executada seja interpretada com facilidade pelo usuário, de modo que ele possa entender qual a ação a ser tomada e prever o resultado	Modelo Conceitual	Deve ser bom o suficiente para que o usuário possa aprender de forma rápida a operação do dispositivo e sirva para que o <i>designer</i> possa identificar e detectar de forma rápida e precisa os problemas.
Simplificar a Estrutura das Tarefas	Todas as tarefas a serem realizados em um produto devem ser simplificadas, diminuindo o número de ações a serem realizadas para a conclusão da tarefa ou da solução de problemas existentes. Tarefas desnecessárias devem ser ocultadas ou realizadas através de artifícios de inovação tecnológica	Manter a tarefa, de modo geral, a mesma, mas oferecer auxiliares	Por menores e mais insignificantes que julguem ser, jamais deve-se menosprezar os auxiliares mnemônicos.
		Usar a tecnologia para tornar visível o que, de outro modo, seria invisível	Dar o melhor <i>feedback</i> ao usuário e, assim, poder tornar sua capacidade de controle sobre o produto ainda melhor.
		Automatizar, mas manter a mesma tarefa	A automatização é benéfica, mas pode também ser um grande perigo para a simplificação, já que ela pode tanto auxiliar como prejudicar, a menos que o <i>designer</i> seja cuidadoso, pois a realização da tarefa permanecerá a mesma, mas parte dela irá desaparecer

Fonte: Adaptado de Norman (2002)

Quadro 2.2: Os sete princípios de *design* (Parte 2)

Princípio	Descrição	Sub-princípio	Descrição
		Mudar a natureza da tarefa	Apesar de se alterar os meios para que facilite a forma como o usuário utiliza o produto, deve-se ter muito cuidado para que estas mudanças não o tirem do controle da situação.
Tornar as coisas visíveis: assegurar que as lacunas de execução e avaliação sejam encurtadas ou superadas	Deve-se garantir que seja claro para o usuário o que é possível fazer e como a ação deve ser realizada, bem como permitir que os efeitos de suas ações sejam avaliados. As ações ofertadas pelo sistema devem corresponder às intenções do usuário, deixando perceptível e interpretável qual o real estado do sistema, correspondendo sempre às expectativas de quem o opera		
Fazer corretamente os mapeamentos	O <i>designer</i> tem de verificar se o usuário é capaz de determinar os relacionamentos entre sua percepção e o produto, tais como: sua intenção e o que é possível fazer, suas ações e o efeito que ela causa no sistema, o verdadeiro estado do sistema e o que o é perceptível (visão, audição e tato) e o que é percebido do sistema e quais são as necessidades, intenções e expectativas do usuário. Para garantir a eficácia do mapeamento é necessário estabelecer uma relação direta entre controles e sistemas, evitando dificuldades na realização da tarefa.		
Explorar o poder das coerções naturais e artificiais	O uso das coerções, faz com o que o usuário tenha apenas uma forma de efetuar a tarefa que ele deseja, a forma correta.		
Projetar para o erro	No processo de criação o <i>designer</i> tem que sempre que prever quais são os erros que o usuário pode cometer e fazer com que eles não sejam cometidos ou que sua correção seja de feita de maneira fácil, uma vez em que há se houver a possibilidade de cometer um erro, é quase certo que o usuário o cometerá; os erros são ações feitas de maneiras incompletas ou inapropriadas.		
Quando tudo mais falhar, padronizar	Caso aconteça de em um projeto ser possível apenas o desenvolvimento de um mapeamento arbitrário, a única opção para se criar um projeto de sucesso é a padronização, seja ela de ações, <i>layouts</i> , resultados ou <i>displays</i> . Deve ser feito de modo que todos os usuários operem o sistema de uma única forma, em um padrão que se torne internacional.		

Fonte: Adaptado de Norman (2002)

Suris, Meurer e Steffen (2018), defendem que estes princípios tem como objetivo a criação de produtos para que possam atender a maior parcela de usuários possível, sem que haja a necessidade de qualquer tipo de adaptação e que eles podem ainda ser utilizados em uma avaliação de algo que já foi desenvolvido e também como base para a criação de produtos.

2.2. Conceituação da Abordagem do Design Centrado no Usuário

Pode-se dizer que o DCU é um processo que foca na usabilidade do produto, não só no processo de desenvolvimento como também ao longo do ciclo de vida do sistema (GULLIKSEN *et al.*, 2003), como mostrado na Figura 2.1.

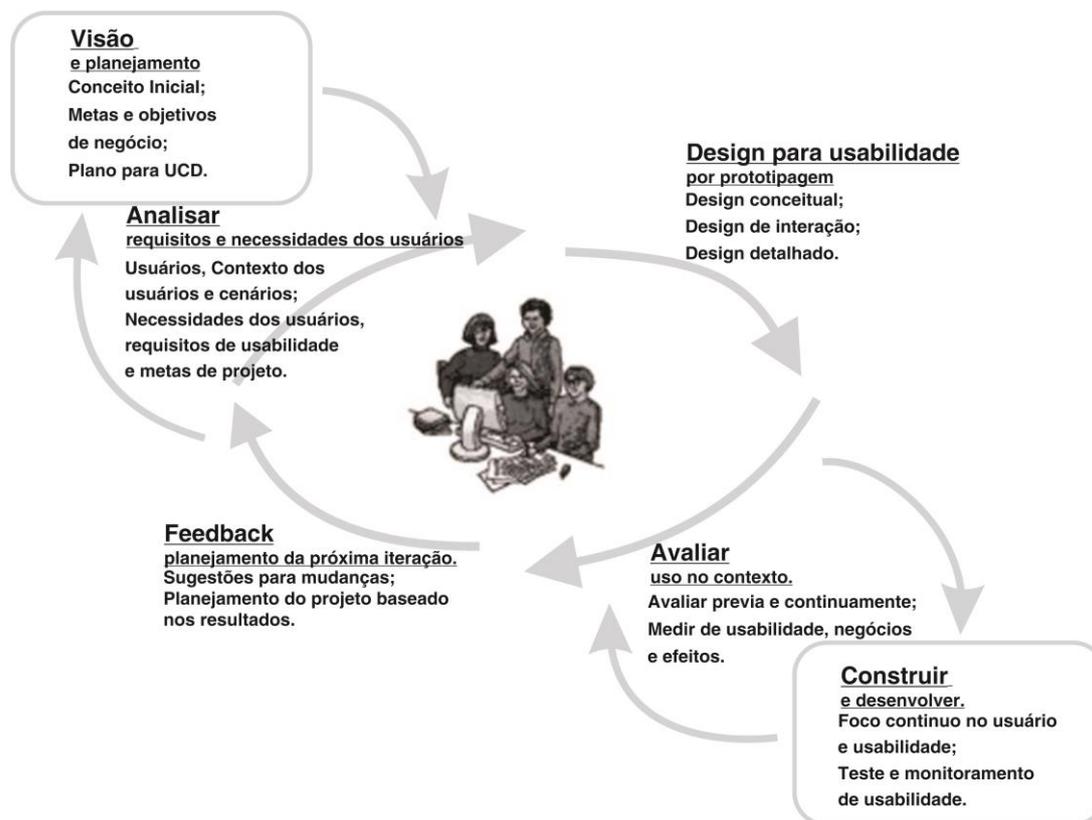


Figura 2.1: Abordagem do DCU

Fonte: Traduzido de GULLIKSEN *et al.*, 2003

A abordagem é iniciada por uma etapa de definição da visão e planejamento do projeto. Neste momento, o *designer* deve apresentar o conceito inicial a ser trabalhado e as metas e objetivos do projeto, elaborando um plano para o DCU.

Em seguida, é necessária a análise dos requisitos e necessidades dos usuários. Esta etapa inclui conhecer os usuários, entender seu contexto e os cenários no quais estão inseridos o produto a ser trabalho. A partir daí, identifica-se quais as necessidades dos usuários, os quesitos de usabilidade do produto e as metas de projeto a serem utilizadas.

Com essas informações é possível definir o *design* conceitual, de interação e detalhado, cumprindo a etapa de *design* para usabilidade por prototipagem.

Com o projeto do produto e seu protótipo é necessário avaliar seu uso no contexto e construir e desenvolver continuamente envolvendo o usuário, por meio de testes e medições de usabilidade. Então, é feito um *feedback* ou planejamento da próxima interação, apresentando sugestões de mudanças e recomendações para a continuação do projeto, caso as metas não tenham sido alcançadas.

Ao longo de todo o processo é necessária a aplicação de diversas técnicas que possibilitem a integração do usuário.

2.3. Ferramentas para avaliação da usabilidade

Ainda que sejam importantes para guiar as atividades de *design*, os sete princípios de *design* são de natureza abstrata, não podendo ser simplesmente aplicados na prática. Como meio de estruturar sua aplicação, algumas técnicas são utilizadas, como: entrevistas com usuários e *stakeholders*, observações em campo, questionários, *personas*, prototipação, testes de usabilidade, grupos focais e *workshops*, estudo documental (ABRAS, MALONEY-KRICHMAR e PREECE, 2004; PREECE *et al.*, 2002, GULLIKSEN *et al.*, 2003).

Dessa forma, os usuários têm uma grande influência no formato do projeto, pois eles são envolvidos de várias formas no DCU. É importante destacar, então que, uma vez guiado pelos princípios do DCU, de uma maneira ou de outra os usuários sempre estarão envolvidos (ABRAS, MALONEY-KRICHMAR e PREECE, 2004). Desta forma, o *design* tem como papel facilitar as tarefas a serem executadas e fazer com que o usuário tenha o mínimo de esforço necessário para aprender a executá-las (NORMAN, 2002).

Então, considerando as diversas técnicas para avaliar a usabilidade de produtos e amparar a aplicação do DCU, pode-se afirmar que cada uma delas permite a coleta de diferentes tipos de informações. É necessário compreendê-las para definir quando e como devem ser utilizadas, bem como quando é possível combiná-las, de acordo com o contexto de aplicação (ISO, 2010; LILJEGREN, 2006). As técnicas disponíveis podem fornecer ao *designer* dados subjetivos ou objetivos e a combinação dessas informações contribui para a captação das necessidades e desejos do consumidor.

Para entender e conhecer melhor os usuários para seu envolvimento no processo de desenvolvimento, Ferreira, Conte e Barbosa (2015) propõem a identificação do público de interesse e criação de *personas*. Para *redesign* de equipamentos e interfaces, Adinda e

Suzianti (2018) e Muhammad *et al.* (2017) sugerem a utilização da técnica Think Aloud para captar as necessidades dos usuários e aplicação dos questionários SUS e QUIS que possibilitam quantificar a usabilidade e mensurar as melhorias propostas.

A seguir, são apresentadas as técnicas que são utilizadas como referências neste trabalho. É importante ressaltar que estas não se limitam aos apresentados a seguir, pois há uma vasta e consolidada literatura a este respeito.

2.3.1. Identificação do público de interesse

Yayici (2014) afirma que a interface de cada produto é conduzida pelo perfil e requisitos dos usuários, como pode ser observado pelos trabalhos realizados por Gaudi e Steve Jobs. Para isso o primeiro passo é identificar qual o seu público de interesse para que se possa traçar o perfil do seu usuário. Para isso é necessário levar em consideração várias particularidades da vida dos usuários, tais como idade, gênero, escolaridade, classe social, nível de conforto com a tecnologia entre outros.

2.3.2. Persona

Persona é um documento que descreve um personagem imaginário que representa as principais características típicas do público de interesse. É uma forma de reunir as características principais de diversos perfis de usuários e seu comportamento relativo à interação com o produto com a definição de um modelo específico. (CARVALHO *et al.*, 2011; YAYICI, 2014; UNGER e CHANDLER, 2012).

Levando em conta o envolvimento do usuário como foco do DCU, é importante destacar que essa ferramenta deve ser aplicada logo no início do processo de desenvolvimento para possibilitar o conhecimento e entendimento do público de interesse. Sua aplicação parte de um levantamento de informações reais relativas a questões demográficas e comportamentais. Com base nas informações coletadas, deve-se criar e definir uma personagem com o máximo detalhamento, por meio da definição de um nome, criação de histórias pessoais, apresentação de foto, desejos, *hobbies*, objetivos, medos, relações familiares, nível social, desafios e preocupações (CARVALHO *et al.*, 2011; YAYICI, 2014; UNGER e CHANDLER, 2012).

Embora possa haver diversos perfis de usuários para um produto, durante o processo de desenvolvimento é interessante a limitação da definição de, no máximo, três personas, evitando a generalização do público de interesse. Sendo assim, no processo de DCU, a

persona ajuda o *designer* a focar nos usuários representativos (CARVALHO *et al.*, 2011; YAYICI, 2014; UNGER e CHANDLER, 2012).

2.3.3. Think Aloud

Segundo Jaspers *et al.* (2004) Think Aloud é uma técnica em que os pensamentos são expressos em voz alta enquanto o indivíduo realiza determinada tarefa ou soluciona algum problema. Adinda e Suzianti (2018) e Muhammad *et al.* (2017) destacam que essa técnica de coleta de dados se mostra eficiente no contexto da realização de testes de usabilidade para detecção de problemas em interfaces.

Para avaliação técnica da aplicação do Think Aloud é necessário que os usuários executem as tarefas determinadas e expressem verbalmente suas percepções, sentimentos e opiniões e que tudo seja registrado por meio de gravação em vídeo e/ou áudio. Essa técnica auxilia os *designers* a avaliar o sistema com base nos comentários, reclamações e opiniões emitidas pelos envolvidos (ADINDA e SUZIANI, 2018; MUHAMMAD *et al.*, 2017), conhecendo, portanto, seu modelo de mundo.

2.3.4. Questionários

A elaboração de um questionário envolve uma série de tarefas (definição das questões, validação, verificação). No contexto deste trabalho, são abordados dois questionários - o System Usability Scale (SUS) e o Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS) – criados e validados por instituições de renome na área.

2.3.4.1. SUS - System Usability Scale

Filarde e Traina (2008) retratam que o SUS (ANEXO A) foi criado pela Digital Equipment Co Ltd. em 1986, no Reino Unido, como parte do programa de Engenharia de Usabilidade integrado, visando ser um questionário simples que aborda uma visão global de estimativas subjetivas de usabilidade. Utilizando a escala Likert, para mensurar as suas intensidades de concordância, que pode ir de 1 a 5, são desenvolvidas 10 afirmações, sendo que os itens ímpares são retratados positivamente e os itens pares negativamente (LEWIS e SAURO, 2009).

Por se tratar de uma ferramenta de avaliação e comparação de usabilidade que está disponível gratuitamente, ela tem sido usada em uma grande variedade de projetos de pesquisa e avaliações na área industrial, como nos trabalhos de Adinda e Suzianti (2018), Andrade *et al.* (2018), Muhammad *et al.* (2017) e Tullis e Stetson (2006). Além disso,

tem-se demonstrado uma excelente forma de avaliação, por ser confiável, robusta e se correlaciona de forma satisfatória com outras formas de medir a usabilidade (FILARDE e TRAINA, 2008).

Brooke (1996) mostra que, ao final do preenchimento do questionário, esse método apresenta um único número para que possa representar a usabilidade geral do que está em estudo, lembrando sempre que a pontuação individual não é tão relevante por si só.

Lewis e Sauro (2009) mostram que para calcular a pontuação final é preciso fazer alguns cálculos. Para as afirmações que foram dadas notas ímpares (1, 3 e 5), seu peso será a posição marcada subtraindo 1 (-1), já para as afirmações em que foi dado notas pares (2 e 4), seu peso será de 5, subtraindo sua posição (-2 ou -4). Após feito isso, somam-se os resultados das 10 afirmações e os multiplica por 2,5. Assim obtém-se o valor global da pesquisa, lembrando que o resultado vai estar no intervalo de 0 a 100 (BROOKE, 1996).

2.3.4.2. QUIS – The Questionnaire for User Interaction Satisfaction

Filarde e Traina (2008) mostram que o QUIS é uma ferramenta criada para que possa ser feita uma estimativa da satisfação do usuário em relação aos aspectos específicos da relação homem-computador. Seu desenvolvimento foi realizado pelo Laboratório de Interação de Computadores Humanos da Universidade de Maryland, em College Park, no ano de 1988, e foi baseado em uma escala de “Avaliação de Usuários de Sistemas Interativos de Computadores” que teve sua apresentação feita por Shneiderman (Ryu, 2005).

Vuolle *et al.* (2008) mostram que no QUIS são estudadas onze dimensões, possibilitando que os itens sejam focados no uso do sistema, nos detalhes da interface do usuário ou na funcionalidade do sistema. As dimensões são: fatores da tela, terminologia e *feedback* do sistema, fatores de aprendizagem, capacidade do sistema, manuais técnicos, tutoriais *on-line*, multimídia, reconhecimento de voz, ambiente virtual, acesso à *internet* e instalação do *software* (FILARDE e TRAINA, 2008).

Alves e Novaes (2013) defendem a utilização deste tipo de questionário por ter sua tradução para o português de forma oficial e abranger todos os aspectos da usabilidade. O QUIS é um modelo confiável e consolidado, cujo método é validado internacionalmente, com ampla aplicação em todo o mundo para coleta de dados relativos à usabilidade e aspectos da interface (KOSHIYAMA, 2014).

Tomando como base as adaptações apresentadas nos trabalhos desenvolvidos por Adinda e Suzianti (2018), Alves (2011), Chin, Diehl e Norma (1988), Hortman e Thompson (2005), Koshiyama (2014), Muhammad *et al.* (2017), Oliveira (2014), Santos (2015), Sitting, Kuperman e Fiskio (1999), e Tullis e Stetson (2006) o questionário QUIS, apresentado no Anexo B, foi adaptado para melhor adequação ao objeto de estudo.

Com base nos conceitos apresentados na literatura estudada, foram definidas as etapas deste estudo que será apresentada detalhadamente no tópico abaixo.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Com base na classificação proposta por Turrioni e Mello (2012), pode-se afirmar que a presente pesquisa é de natureza aplicada, visto que a teoria do DCU está sendo utilizada na prática para a melhoria da usabilidade de uma incubadora neonatal. Além disso, tem-se o objetivo de descrever a relação entre os itens da incubadora e a usabilidade da mesma, utilizando questionários e observação direta, o que a caracteriza como uma pesquisa com objetivo descritivo.

Esta pesquisa tem seu foco no processo de aplicação do DCU e seu significado para a melhoria da usabilidade. Pode ser classificada como uma pesquisa de abordagem qualitativa, visto que se deseja estudar a relação do usuário com o equipamento, buscando a interpretação dos fenômenos envolvidos.

A pesquisa se dá pela interação do pesquisador com o mundo real, sendo a análise dos dados feita de forma indutiva.

Em relação ao método, pode-se classificar a pesquisa como pesquisa-ação. Segundo Coughlan e Coughlan (2002) a pesquisa-ação pode ser definida como uma abordagem científica que envolve os atores no estudo e solução de problemas sociais e organizacionais. Além de contribuir com o conhecimento científico, há aplicação prática dos conceitos do DCU, sendo o pesquisador um ator direto na condução da mesma.

Segundo Mello *et al.* (2012), a pesquisa-ação é composta pelo equilíbrio entre um objetivo científico e um objetivo prático. Para que seja caracterizada como pesquisa-ação é necessário que a pesquisa seja participativa, ocorra simultaneamente à ação e que esteja estruturada para a resolução de problemas, sendo uma pesquisa na ação (COUGHLAN e COUGHLAN, 2002).

Smith, Smith e Chen (2013), Srinivas, Cornet e Holden (2016) e Vrendenburg *et al.* (2002) defendem que existe a necessidade de realização de pesquisas para orientar de forma prática a aplicação da abordagem do DCU, principalmente por meio da combinação de várias técnicas de coletas de dados simultaneamente. Além disso, Zhang (2005) destaca a importância de serem utilizadas metodologias centradas no homem para o desenvolvimento e melhoria de equipamentos de saúde, por reconhecer que falhas ocorrem em sistemas de informação ligados a essa área devido à falta de considerações

sistemáticas relacionadas a questões humanas e não tecnológicas durante o processo de desenvolvimento e implementação.

Desta forma, esta pesquisa apresenta como objetivo científico a estruturação e aplicação da abordagem do DCU para aplicação em um produto ligado à saúde pela utilização de diferentes ferramentas e técnicas de coletas de dados, que possa ser utilizado como base e orientação para pesquisas futuras. Ao mesmo tempo, tem-se como objetivo prático a avaliação da melhoria da usabilidade de uma incubadora neonatal por meio da aplicação do protocolo de pesquisa estruturado neste trabalho.

Para coleta de dados são utilizadas as técnicas: questionários, observação direta, análise documental, entrevistas semiestruturadas, testes de usabilidade e think aloud.

No tópico a seguir, descreve-se a estruturação da pesquisa-ação e seu relacionamento com o processo de aplicação do DCU.

3.1. Estruturação

Mello *et al.* (2012) propõe a estruturação da pesquisa-ação por meio da realização de ciclos envolvendo as etapas de planejamento, coleta de dados, análise de dados e planejamento de ações, implementação de ações, e avaliação de resultados e geração de relatório (Figura 3.1).

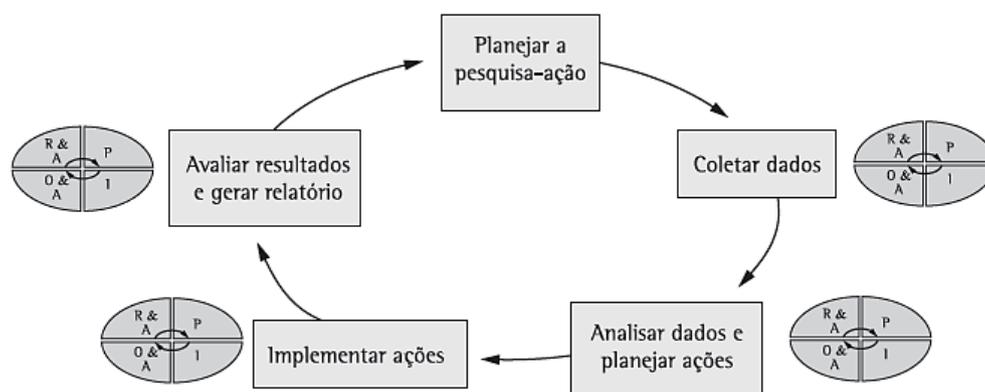


Figura 3.1: Estruturação da pesquisa-ação
Fonte: Mello *et al.* (2012)

É interessante notar que a abordagem proposta para o DCU (Figura 2.1) é semelhante à pesquisa-ação, como mostrado no Quadro 3.1.

Quadro 3.1:Relacionamento das fases da Pesquisa-ação e DCU

Pesquisa-ação	DCU
Planejar a pesquisa-ação	Visão e planejamento
Coletar dados	Analisar requisitos e necessidades dos usuários
Analisar dados e planejar ações	<i>Design</i> para a usabilidade
Implementar ações	Construir e desenvolver
Avaliar resultado e gerar relatório	Avaliar uso no contexto
	<i>Feedback</i> e planejamento da próxima interação

Levando em conta as semelhanças entre as fases, este trabalho foi estruturado tomando como base as fases propostas na abordagem do DCU, não deixando de levar em conta os critérios necessários para a execução de uma pesquisa-ação.

Com o objetivo de garantir a confiabilidade das informações levantadas, levou-se em conta o princípio da triangulação que se baseia na combinação de diferentes meios de coleta de dados utilizados em diferentes momentos no tempo e diferentes populações ou objetos para consolidação das conclusões a respeito do fenômeno de interesse (ZAPELINE e FEUERSCHUTTE, 2015). Dessa forma, foram utilizadas a análise documental, observação direta do participante do pesquisador, aplicação de questionários, entrevistas semiestruturadas e teste de usabilidade.

Outro aspecto importante é o envolvimento colaborativo dos participantes da pesquisa no processo de análise das informações e dados. Esse aspecto é considerado crítico na pesquisa-ação (COUGLAN e COGHLAN, 2002) e é a base da execução do processo de pesquisa no DCU.

No tópico 3.2 a seguir, são descritas as etapas executadas neste trabalho.

3.2. Etapas do Design Centrado no Usuário

3.2.1 Visão e Planejamento

A etapa de Visão e Planejamento corresponde ao estudo do conceito do produto de interesse e de questões práticas e teóricas relacionadas a ele, bem como a exploração e entendimento dos usuários e cenários de utilização do mesmo. Com base nas informações coletadas é possível a definição do plano do DCU que é o protocolo de pesquisa necessário à execução do estudo.

3.2.1.1. Conceito inicial

Conforme descrito no tópico 1.2 do Capítulo 1, a análise da literatura científica possibilita a identificação de falhas nos equipamentos médicos e que as lacunas que são encontradas podem ser preenchidas com a utilização do DCU (JOHNSON, JOHNSON e ZHANG, 2005; ZHANG, 2005; SMITH, SMITH e CHEN, 2013; VREDENBURG *et al.*, 2002). Dentre os equipamentos médicos, destacam-se as incubadoras neonatais, que são categorizadas pela classificação de risco da Anvisa como grau III - risco alto. São utilizadas em UTI's e delas dependem a vida de recém-nascidos. Desta forma, não pode haver falhas no seu manuseio.

Uma empresa fabricante de incubadoras estabeleceu uma parceria com a UNIFEI, havendo dessa forma a oportunidade de análise da incubadora neonatal apresentada na Figura 3.2 nesta pesquisa.



Figura 3.2: Incubadora analisada

De acordo com informações da fabricante, este modelo de incubadora se destaca dos outros existentes no mercado, pelo fato de ter um estável microclima em toda a extensão do colchão, com baixa inovações tecnológicas que fazem com que seja necessário o mínimo de manuseio com recém-nascido. Com uma visão ampla do leito, é ideal para ambientes com pouco luminosidade e ruídos sonoros.

Conta ainda com funções de controle de umidade relativa (UR) e temperaturas, controle do nível de oxigênio e oximetria de pulso de alta precisão e baixa perfusão. Contém uma

bandeja integrada ao leito, que é radio transparente para que seja possível tirar Raio-X do paciente sem que ele saia do leito. O leito ainda conta com regulagem de altura próxima aos lugares que devem ficar os pés e da cabeça do paciente, podendo chegar a uma inclinação de aproximadamente 12° e painel de controle lateral e rotativo, onde todas as opções de ajustes da incubadora se encontram.

Para a fabricação do equipamento, a empresa responsável segue as normas NBR IEC 60601.1, Equipamento Eletromédico Parte 1 Prescrições Gerais para Segurança; NBR 60601.2.19, Prescrições Particulares para Segurança de Incubadoras para Recém-Nascidos; NBR IEC 60601.1.2, Compatibilidade Eletromagnética e NBR IEC 60601.2.49 Prescrições Particulares para Segurança de Monitores Multiparamétricos.

A cúpula da incubadora é ampla e ergonômica em acrílico transparente, o que favorece a qualidade óptica, e suas paredes na parte frontal, posterior e superior são duplicadas, para que melhor aproveite o microclima gerado pelo equipamento, evitando a perda de calor por irradiação.

Como as portas frontal e posterior são rebatíveis, diminui a necessidade de deslocamento dos pacientes e possibilita que dois profissionais possam atuar simultaneamente quando necessário.

A incubadora ainda conta com 8 aberturas para passagem de cabos e circuitos que sejam necessários para o monitoramento do paciente. Essas aberturas se encontram nos 4 cantos do equipamento, o que evita possíveis transtornos aos equipamentos que estão sendo conectados ao recém-nascido. Contém 5 portinholas ovais com guarnição atóxica e punhos elásticos, uma porta do tipo íris na parte de cabeceira para passagem de tubos em casos que seja necessária a intubação do paciente.

Seu colchão é de espuma, com densidade adequada para o proporcionar o melhor conforto ao recém-nascido e sua capa é de material atóxico e autoextinguível de fácil manutenção. Sua base é feita totalmente em plástico e internamente, seus cantos não apresentam quinas, o que facilita a higienização e otimiza a manutenção da temperatura e reduz o consumo de energia.

O equipamento é desmontável, para facilitar o processo de limpeza e desinfecção e sua cúpula é rebatível contendo uma trava de segurança.

3.2.1.2. Metas e objetivos do negócio

Unindo objetivo de pesquisa de usar o DCU para melhoria de equipamentos médicos e o interesse da empresa de melhorar a usabilidade da incubadora e levando em conta a importância e criticidade do equipamento em relação à vida dos recém-nascidos foram definidas as metas e objetivos do projeto.

Pode-se afirmar que se tem como principal objetivo tornar a incubadora mais segura e seu manuseio mais fácil, melhorando sua usabilidade. A presente pesquisa se dedicou a buscar meios de medir usabilidade do produto, garantindo sua segurança e melhor uso. Para isso, foram definidos os questionários SUS e QUIS para possibilitar a quantificação da usabilidade para comparação entre o produto analisado e o conceito desenvolvido.

Dessa forma, pode-se definir como meta desta pesquisa um aumento nas notas obtidas pela aplicação dos questionários após o processo de melhoria. Esses dados devem ser cruzados com as informações fornecidas pelos usuários durante o processo para comprovar que de fato o equipamento tornou-se mais fácil de utilizar.

3.2.1.3. Plano do DCU

O protocolo de pesquisa foi definido com base nas etapas do DCU e pode ser visto na Figura 3.3.

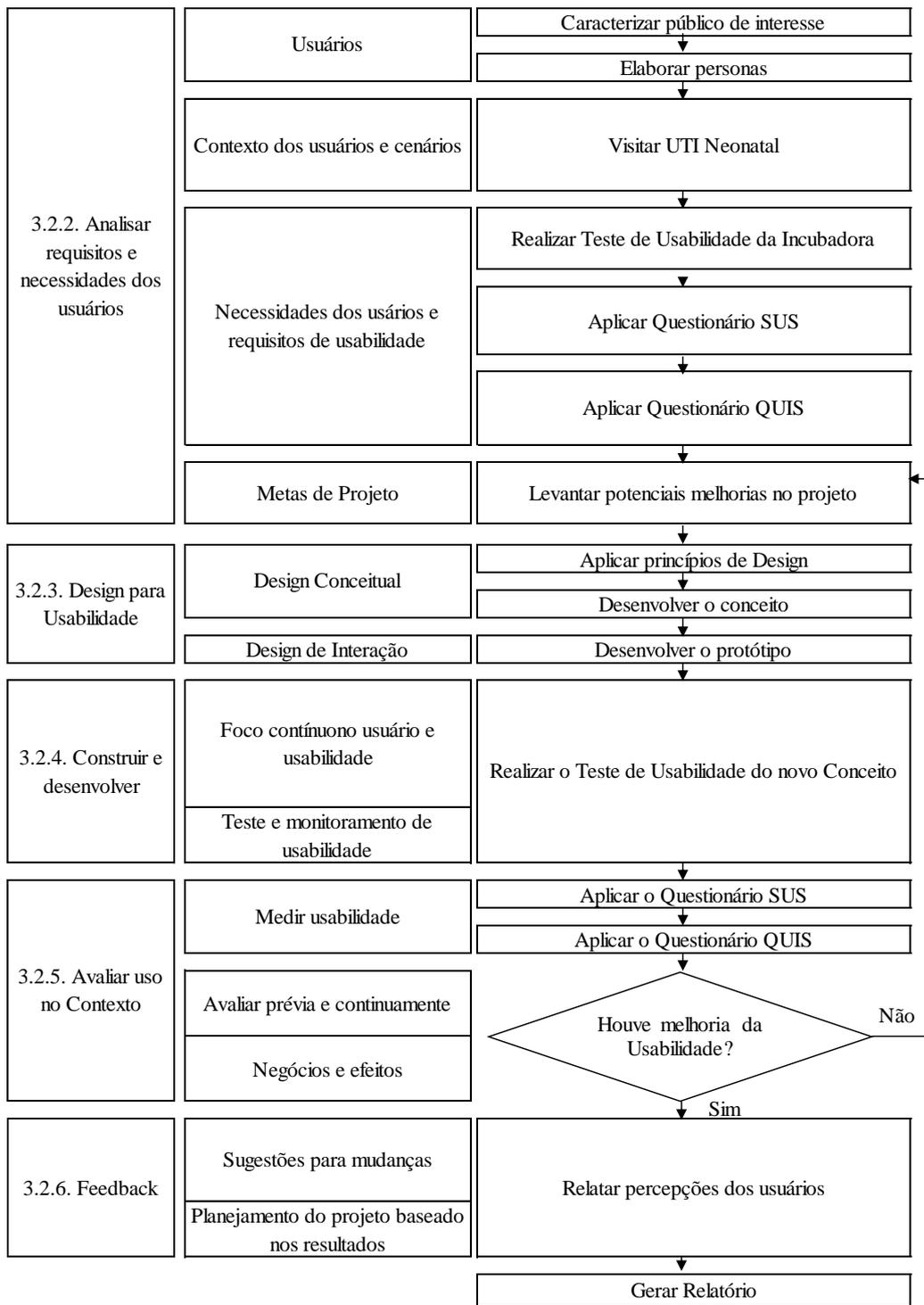


Figura 3.3: Plano do DCU
 Fonte: Adaptada de GULLIKSEN *et al.*, 2003

3.2.2. Analisar requisitos e necessidades dos usuários

Para analisar requisitos e necessidades dos usuários é preciso inicialmente o entendimento do perfil dos usuários, seu contexto e os cenários de utilização do produto. Com base em uma análise documental foi possível a caracterização do público de interesse e definição das personas. Em seguida foi feita uma visita a uma UTI neonatal e, por meio de observação direta e entrevistas semiestruturadas, conseguiu-se compreender a forma de utilização da incubadora.

A partir daí o Teste de Usabilidade foi definido com base nas tarefas da Análise Heurística realizada com a incubadora e validado por meio da realização de testes-piloto. Então, foram selecionados voluntários para participar do teste e ao fim da realização de cada um, foram aplicados os questionários SUS e QUIS e captadas as percepções dos usuários por meio de entrevistas semiestruturadas. Os resultados dos questionários e das entrevistas foram compilados, possibilitando o estabelecimento das metas do projeto.

3.2.2.1. Definição e validação do Teste de Usabilidade

Para que pudesse ser avaliado como o usuário interage com a incubadora neonatal, foi organizado um Teste de Usabilidade de baixa fidelidade. As tarefas do teste foram identificadas por especialistas de usabilidade do Laboratório de Usabilidade e Fatores Humanos (LUFH) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) em uma Análise Heurística realizada com a incubadora (CUSTÓDIO *et al.*, 2019) e foram adaptadas para esta pesquisa, como pode ser vista no Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Lista de Tarefas do Teste de Usabilidade (Parte 1)

Lista de Tarefas
1 – Checar o nível de água destilada no reservatório.
2 – Conectar o sensor de pele
3 – Conectar o sensor auxiliar
4 – Verificar data de validade do filtro de ar.
5 – Ligar a incubadora.
6 – Ajustar o contraste da incubadora.
7 – Configurar a data e hora.
8 – Configurar a temperatura do AR em 36°.
9 – Configurar a temperatura da PELE em 36,4°.
10 – Configurar UMIDADE em 50%.
11 – Descreva o que é a tendência que aparece na tela.

Fonte: Adaptado de Custódio *et al.* (2019)

Quadro 3.2: Lista de Tarefas do Teste de Usabilidade (Parte 2)

Lista de Tarefas
12 – Mudar o gráfico de PELE para AR.
13 – Mudar o gráfico de AR para UMIDADE.
14 – Anotar a temperatura alvo e atual da PELE.
15 – Anotar a temperatura alvo e atual do AR.
16 – Anotar a porcentagem alvo e atual da UMIDADE.
17 – Qual o tempo restante para que o alarme seja disparado?
18 – Em qual modo a incubadora está operando, AR ou PELE?
19 – Identifique a entrada para mangueira de oxigênio.
20 – Simule como você colocaria o bebê na incubadora.
21 – Identifique o compartimento para placa de Raio-X.
22 – Localize onde pode-se conectar a incubadora a um computador.
23 – A quais valores de temperatura da PELE o alarme disparará?
24 – A quais valores de temperatura do AR o alarme disparará?
25 – A quais valores percentuais de UMIDADE o alarme disparará.
26 – Configure a temperatura do AR em 37,5°.
27 – O que é este UR que fica aparente no painel?
28 – Eleve o leito na altura da cabeça e depois na altura dos pés.

Fonte: Adaptado de Custódio *et al.* (2019)

Os testes foram realizados no LUFH da UNIFEI mostrado na Figura 3.4.

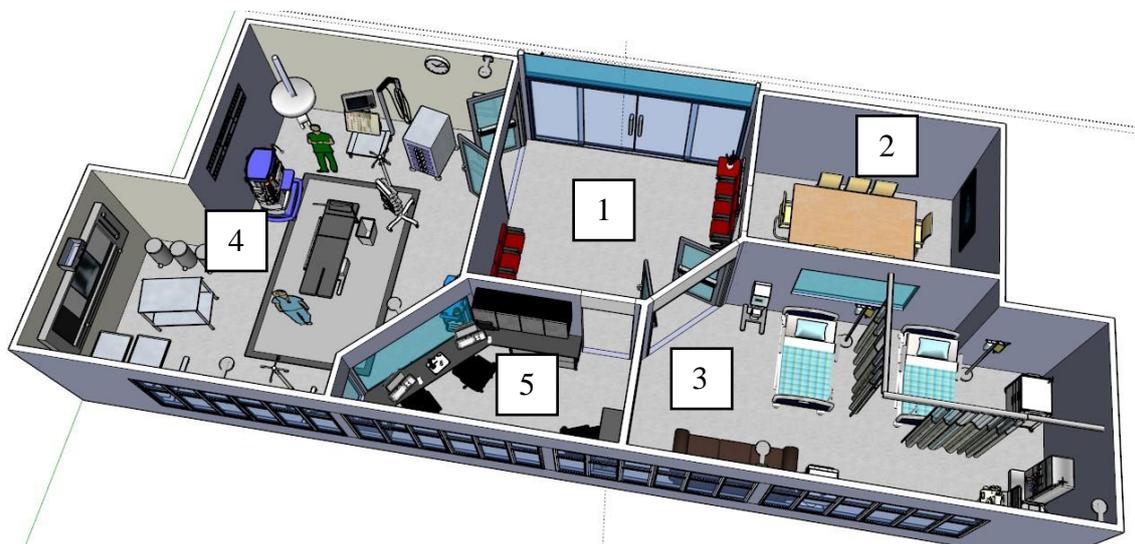


Figura 3.4: Laboratório de Usabilidade e Fatores Humanos da Universidade Federal de Itajubá
 Fonte: Adaptado de Laboratório de Usabilidade e Fatores Humanos (2019)

Na imagem é possível ver a representação do laboratório, que conta com:

- Uma Sala Recepção (1),
- Uma Sala de Treinamento e Reuniões (2),

- Dois Laboratórios de Simulação (3 e 4) contam com equipamentos de áudio e vídeo que permitem a gravação dos testes realizados para análises futuras.
- Uma Sala de Observação e Controle (5), onde o pesquisador pode acompanhar em tempo real dos participantes, sem que sua presença seja notada pelos participantes de sua pesquisa devido ao vidro *on way*.

Ao chegar para realização do Teste de Usabilidade, os participantes foram recebidos na Sala de Recepção (1) e foi entregue a eles um “Termo de Consentimento para realização do Teste de Usabilidade” (APÊNDICE A) para preenchimento e assinatura. Este documento consta das seguintes sessões: a proposta do teste, o procedimento, os riscos envolvidos, os benefícios, os termos de confidencialidade, participação, reembolso e consentimento.

Após estar de acordo com o documento, através de uma apresentação de *slides* eles receberam informações gerais da incubadora, para que se houvesse um nivelamento de conhecimento em relação ao equipamento. Todas estas informações foram passadas para os participantes de forma igual, em um ambiente separado para que não houvesse interferência externa. Foram repassadas para os participantes as seguintes informações:

- acesso ao paciente da incubadora,
- existência de informações referentes ao AR e PELE do paciente,
- existência de informações referente a Umidade Relativa do microclima no interior da incubadora, controle de infecções, impacto dos ruídos externos nos pacientes,
- existência de alarmes e monitoramento visual através de gráfico.

Após receber essas informações, foi explicado a eles que uma lista de tarefas deveria ser executada utilizando sempre a técnica Think Aloud, em que o participante que deveria verbalizar tudo o que pensar e sentir em relação a como executar a tarefa e suas dúvidas. Esta técnica foi explicada e repassada para os participantes logo após o nivelamento de conhecimento da incubadora. Enquanto os testes estavam sendo realizados, o pesquisador acompanhou a realização da Sala de Observação e Controle (5), realizando anotações e monitorando a execução das atividades.

Em seguida, foi orientado aos participantes que, caso eles não conseguissem realizar alguma tarefa, deveria passar para a próxima, exceto nos casos em que isso compromettesse a realização do teste, como por exemplo ligar a incubadora neonatal. Neste caso, o pesquisador interferiria para que o prosseguimento do teste fosse realizado.

É importante destacar que as intervenções foram feitas sem que houvesse qualquer comentário para não interferir no resultado do teste, ou seja, o pesquisador entrou na sala, realizou a tarefa que o usuário não pôde executar e voltou à Sala de Observação e Controle.

Após todas as orientações, o pesquisador encaminhou um participante por vez até o Laboratório de Simulação (3) para que pudesse dar início ao teste, enquanto os demais aguardavam do lado de fora do laboratório. O Laboratório de Simulação estava preparado com cenário composto por uma mesa de apoio e uma cadeira, uma incubadora neonatal e seus sensores, uma câmera de ambiente e uma câmera fixa para captar a tela da incubadora com as ações realizadas pelo participante, um microfone de lapela para captar tudo que era dito pelo participante e um biombo. Enquanto o usuário estava realizando os testes, o pesquisador acompanhou tudo da Sala de Observação e Controle, juntamente com um técnico do LUFH para que pudessem ser realizadas as gravações, monitoramento e suporte caso algum dos aparelhos utilizados apresentasse algum problema.

Ao final dos testes, os participantes foram encaminhados para a Sala de Treinamento e Reuniões (2) onde os questionários SUS e QUIS foram preenchidos por eles.

Antes de realizar os testes com os usuários, foram feitos três testes pilotos: um com uma especialista em usabilidade e dois com pessoas voluntárias que não faziam parte do público de interesse. A realização destes testes pilotos foi importante para que pudesse ser feita a validação de todas as atividades e documentos, bem como estimado um tempo necessário para a execução do teste.

3.2.2.2. Seleção dos usuários

Para realização do teste de usabilidade foram selecionados cinco estudantes do curso de Enfermagem, que frequentavam o oitavo período do curso, para executar as tarefas propostas pelos especialistas. Esse número de pessoas foi adotado, pois de acordo com Tullis e Albert (2013) 80% dos problemas de usabilidade podem ser detectados pelos primeiros cinco participantes que realizam os testes.

Para o recrutamento, entrou-se em contato com a coordenadoria do curso de Enfermagem de uma instituição de ensino superior particular da cidade de São João del Rei. Foi solicitado à coordenação verificar se havia alunos com interesse em participar deste trabalho de pesquisa. Nos casos de retorno positivos, foi verificada a disponibilidade das agendas do laboratório e do interessado e marcado o teste. Foram então recrutadas quatro

peessoas do sexo feminino e uma pessoa do sexo masculino, com idades entre 21 e 26 anos. Conforme apresentado anteriormente, seriam realizados dois testes de usabilidade – da incubadora e do novo conceito – e os participantes de ambos foram os mesmos.

3.2.3. Design para a usabilidade

Na fase de Design para Usabilidade, foram analisadas as informações coletadas na fase anterior. Os vídeos dos Testes de Usabilidade foram analisados, complementando as informações anotadas pelo pesquisador durante a realização dos mesmos. Além disso, os dados dos questionários QUIS e SUS foram compilados identificando as notas obtidas em cada um deles. Neste momento, foi possível relacionar as principais dificuldades dos usuários e as soluções propostas por eles. De forma complementar, o pesquisador utilizou os princípios de *design* para propor as modificações na incubadora. A partir daí foi desenvolvido o novo conceito e o protótipo para o novo Teste de Usabilidade.

3.2.4. Construir e desenvolver

Na fase de Construir e Desenvolver, foram realizados os Testes de Usabilidade do novo conceito. É importante destacar que foi seguida a mesma metodologia realizada no Teste de Usabilidade da Incubadora e participaram os mesmos usuários do teste inicial. Neste momento, todas as informações foram coletadas para possibilitar a compilação na fase seguinte.

3.2.5. Avaliar uso no contexto

Para a fase Avaliar o uso no contexto, foram novamente aplicados os questionários SUS e QUIS. Os resultados foram compilados e as percepções dos usuários quanto ao novo conceito registradas. Assim, verificou-se se os índices indicavam uma melhoria na usabilidade da incubadora com a proposta do novo conceito.

3.2.6. Feedback

Nesta fase, foram comparados os resultados dos Testes de Usabilidade, destacando a redução nas dificuldades de execução das tarefas e melhoria das notas dos questionários QUIS e SUS, que serão abordados mais detalhadamente abaixo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Analisar requisitos e necessidades dos usuários

4.1.1. Usuários, contextos dos usuários e cenários

Segundo Costa, Tonete e Parada (2017), dentre os profissionais de saúde que atuam em UTI's, os profissionais da área de enfermagem são aqueles que manuseiam direta e frequentemente as incubadoras neonatais. Tomando como base o perfil traçado pela Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz – e pelo Conselho Federal de Enfermagem – Cofen – em 2013 (FIOCRUZ e COFEN, 2013) foi possível caracterizar o público de interesse e criar personas para representar o perfil dos usuários.

4.1.1.1. Perfil dos usuários

Em 2013, a Fiocruz e o Cofen, realizaram um trabalho em conjunto para poder levantar dados sobre os profissionais da área de enfermagem no país, foi um estudo inédito, onde foi levado o perfil da enfermagem em todo território nacional, tornando-se o maior estudo do tipo na América latina, com um universo de 1,6 milhão de profissionais.

Segundo o estudo, o quadro de profissionais na área é formado por 20% de enfermeiros e 80% de técnicos. O estudo ainda levantou que a maior parte dos profissionais desta área se encontram na região sudeste, com mais de 50% dos profissionais e que 66% dos trabalhadores se consideram desgastados na profissão.

A pesquisa obteve dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que diziam que no Brasil há aproximadamente 3,5 milhões de pessoas trabalhando na área de saúde, sendo que a área de Enfermagem é a que mais emprega profissionais, com cerca de 50%. A pesquisa foi realizada em quase metade das cidades do país e contou com a participação de todos os estados, envolvendo desde os profissionais em início de carreira, com 18 anos, até aposentados, com mais de 80 anos.

O mercado de trabalhos para o setor de Enfermagem absorve os profissionais da seguinte forma: 59,3% são funcionários públicos, 31,8% privados, 14,6% filantrópico e 8,2% na área de ensino.

Do total de profissionais levantado pela pesquisa realizada pela Fiocruz e pelo Cofen (2013) há no Brasil um total, 1,6 milhão são enfermeiros e técnicos/auxiliares de enfermagem, sendo que técnicos e auxiliares correspondem a 77%.

Algo que chamou a atenção na pesquisa, foi que, apesar da predominância feminina, houve uma crescente no gênero masculino no ingresso da profissão, com quase 15% de homens compondo o quadro de profissionais.

A qualificação dos profissionais, é outra coisa que chamou a atenção, visto que os trabalhadores que atuam em áreas que é necessário o nível médio de escolaridade (técnicos e auxiliares), 23,8% contam com o ensino superior incompleto e 11,7% já concluíram a graduação.

Percebeu-se também um equilíbrio no número de profissionais quando se trata de tempo de serviço, visto que os que tem entre 02 e 05 anos, 06 e 10 anos e 11 e 20 anos no ramo, ficam na faixa de 23% cada.

A pesquisa levantou ainda, o número de horas trabalhada semanalmente pelos profissionais, sendo que a maior parte trabalha entre 31 e 40 horas, seguido dos que trabalham entre 41 e 60 horas.

Quanto a parte de renda mensal da profissão, observa-se que 77% do total de enfermeiros do país se dividem em 3 faixas salariais, sendo que destes, 36,4% recebem de R\$1.001,00 a R\$2.000,00, 16,2% recebem de R\$2.001,00 e R\$3.000,00 e 14,4% recebem entre R\$681,00 e R\$1.000,00.

Levando em conta a descrição do público de interesse, foram elaboradas duas personas, para profissionais que atuam na UTIN: uma para caracterizar o público feminino e outra para o masculino.

4.1.1.1.1.1. Persona 01

- Maria, 42;
- Casada, 02 Filhos;
- 2º Completo, Técnica de Enfermagem, 25 anos de atuação;
- Jornada 12/36h (07 as 19h);
- Chega no trabalho, confere os prontuários e já começa a realizar os procedimentos previstos junto aos pacientes;
- Reza para não ter emergência;
- Conversa com as amigas sobre os pacientes e a vida.

- Se alegra a cada alta, apesar de sentir a dor no coração materno, pois já se apegou ao paciente.

4.1.1.1.1.2. Persona 02

- Weyner (Wey), 25;
- Solteiro;
- 2º Completo, Técnico de Enfermagem, 4 anos de atuação;
- Jornada 1236h (19 as 07h);
- Chega mais cedo devido a condução, cantarola e conversas com quem está saindo do plantão;
- Verifica os prontuários;
- Checa como estão as crianças nas incubadoras;
- Vai até as mães as informam sobre o quadro de seus filhos.

4.1.1.1.2. Visita a uma UTI neonatal (contexto e cenários)

Para um melhor entendimento de como é a interação dos profissionais da área da saúde com a incubadora neonatal, foi realizada uma visita na Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal. Foi possível observar e analisar a forma como os profissionais atuam, desde a preparação da incubadora para receber os recém-nascido até o tratamento diária recebido por eles.

Apesar da incubadora (Figura 4.1) utilizada de ser um modelo diferente da analisada nesta pesquisa, elas são da mesma fabricante e, conseqüentemente, muitas de funções de sistema e até algumas funções físicas se assemelham.



Figura 4.1: Incubadora Neonatal utilizada Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal

É importante destacar que o ponto fundamental da visita a UTI foi entender o contexto e como os enfermeiros da unidade visitada interagiam com a incubadora.

Foi verificado que mesmo os profissionais que trabalham a mais tempo com o equipamento, ainda encontram dificuldades em realizar algumas tarefas na incubadora neonatal, tais como:

- travar o teclado do painel de controle,
- saber quais as temperaturas alvo e atual do modo AR,
- identificar o temporizador de alarme e
- localizar o potenciômetro para regular o contraste da tela da incubadora,

Em relação à regulagem do contraste da tela, os profissionais afirmaram que nunca é utilizada, pois para diminuir a luminosidade externa são utilizados um plástico escuro ou cobertor, como mostrado na Figura 4.2.



Figura 4.2: Incubadora com e cobertor para reduzir ruídos e luminosidade

Em alguns casos, até renunciam aos recursos disponíveis por não saberem como operar tais tarefas, não conhecerem ou até mesmo julgam que tais operações podem causar danos à saúde dos pacientes, sejam eles físicos ou mentais. É o caso do sensor de pele, que não é utilizado por medo de que cause irritação na pele do paciente, sendo utilizados termômetros quando necessário verificar a temperatura. Os profissionais ainda narraram que quando houve tentativas de se utilizar o sensor, porém ele fez com que a incubadora

neonatal disparasse os alarmes várias vezes, causando incômodo nos outros pacientes que se encontravam na unidade.

Houve ainda casos em que os profissionais nem sabiam da existência de recursos que eram ofertados pela incubadora, como por exemplo o conector do sensor auxiliar e configuração de data e horas.

4.1.1.2. Necessidades dos usuários, requisitos de usabilidade e metas de projeto

Para identificar as necessidades dos usuários foram utilizadas duas principais técnicas de coletas de dados: observação direta, Teste de Usabilidade, Think Aloud, entrevistas semiestruturadas e questionários SUS e QUIS.

4.1.1.2.1. Teste de usabilidade da incubadora

Os testes foram realizados nos dias 23 e 30 de agosto de 2018 e 06 de setembro de 2018 com a participação dos cinco usuários recrutados. A Figura 4.3 mostra os usuários durante a execução dos testes.



Figura 4.3: Testes de usabilidade da incubadora

O quadro a seguir apresenta a relação das tarefas executadas e as informações sobre os testes dos usuários. Para indicar que o usuário não executou a tarefa, foi utilizada a letra “N” e a letra “D” para indicar que a tarefa foi realizada com dificuldade. Dificuldade neste caso significa que o usuário precisou percorrer um caminho de tentativas e erros até encontrar a forma correta de se fazer ou no caso de ter havido erros de interpretação. As tarefas que foram realizadas sem dificuldades foram deixadas em branco.

Quadro 4.1: Resultado do Teste de Usabilidade da Incubadora

Lista de Tarefas	U1	U2	U3	U4	U5
1 – Checar o nível de água destilada no reservatório.	D		D		N
2 – Conectar o sensor de pele	D		D		D
3 – Conectar o sensor auxiliar					D
4 – Verificar data de validade do filtro de ar.	N				N
5 – Ligar a incubadora.	N	N	D	N	N
6 – Ajustar o contraste da incubadora.			D		N
7 – Configurar a data e hora.	D	N			D
8 – Configurar a temperatura do AR em 36°.	D				
9 – Configurar a temperatura da PELE em 36,4°.	D				
10 – Configurar UMIDADE em 50%.	D				
11 – Descreva o que é a tendência que aparece na tela.	N		N	N	N
12 – Mudar o gráfico de PELE para AR.	N	N	D		N
13 – Mudar o gráfico de AR para UMIDADE.	D	N			N
14 – Anotar a temperatura alvo e atual da PELE.			D	N	
15 – Anotar a temperatura alvo e atual do AR.	N	N		N	
16 – Anotar a porcentagem alvo e atual da UMIDADE.	N	D	D	N	
17 – Qual o tempo restante para que o alarme seja disparado?	N	D	D	D	D
18 – Em qual modo a incubadora está operando, AR ou PELE?	N				
19 – Identifique a entrada para mangueira de oxigênio.					
20 – Simule como você colocaria o bebê na incubadora.					N
21 – Identifique o compartimento para placa de Raio-X.					
22 – Localize onde pode-se conectar a incubadora a um computador.			N		
23 – A quais valores de temperatura da PELE o alarme disparará?					
24 – A quais valores de temperatura do AR o alarme disparará?					
25 – A quais valores percentuais de UMIDADE o alarme disparará.					
26 – Configure a temperatura do AR em 37,5°.	D	D	D	D	N
27 – O que é este UR que fica aparente no painel?					N
28 – Eleve o leito na altura da cabeça e depois na altura dos pés.					

Dois usuários tiveram dificuldade em checar o nível de água destilada no reservatório (tarefa 1) e um deles não conseguiu realizar a tarefa. Ao serem questionados sobre o que esperavam encontrar, afirmaram que a expectativa era de uma superfície transparente na própria incubadora que facilitasse a visualização ou alguma indicação próxima ao monitor.

Apesar de três usuários terem tido dificuldades em conectar o sensor de pele e um em conectar o sensor auxiliar (tarefas 2 e 3), quando este percebeu que havia a diferenciação de cores dos dois sensores, conseguiu compreender a lógica e julgou adequada a forma de identificação.

Dois usuários não conseguiram realizar a tarefa de verificar a data de validade do filtro de ar (tarefa 4). Porém, mesmo os outros que conseguiram disseram que a forma como a informação é colocada dificulta a visualização e houve a sugestão de apresentar a data de validade em um *display* externo.

Pôde-se notar que todos os usuários tiveram dificuldade em ligar a incubadora (tarefa 5). A existência de dois botões – uma chave geral e uma chave on/off - localizados em diferentes locais e sem nenhuma indicação visível fez com que eles não conseguissem realizar a tarefa. Dos cinco usuários, somente um encontrou os dois botões e este relatou que achou difícil localizá-los e esperava algum tipo de sinal sonoro ou visual para indicar que o equipamento foi ligado. Os outros quatro só conseguiram encontrar a chave geral, não conseguindo realizar a tarefa. Eles julgaram que o botão de ligar estava demasiadamente escondido e sem indicação alguma de que ele poderia ser encontrado na parte inferior frontal do leito. Sempre em que era mostrado onde se encontrava o botão para ligar a incubadora, os participantes questionavam por que ele não se encontrava em um lugar visível, como, por exemplo, próximo a tela. Uma sugestão dada por eles foi modificar o botão tornando-o parecido com o de outros aparelhos eletrônicos em que é necessário pressionar o botão por alguns segundos até que o aparelho desligue como forma de tornar a tarefa mais intuitiva e ainda assim garantir a segurança.

Somente um usuário não conseguiu ajustar o contraste da incubadora neonatal (tarefa 6). Porém, todos disseram não entender a necessidade da existência dessa função, pois não julgaram a alteração tão significativa. Essa colocação corroborou com o que foi visto durante a visita a UTI neonatal realizada para análise do contexto. Foi possível verificar que os enfermeiros não utilizavam e não viam necessidade na existência dessa função. Na prática, os enfermeiros não reduzem a iluminação do ambiente como um todo, utilizam

algum objeto de apoio como os coeiros dos bebês, cobertores ou plásticos escuros sobre parte da incubadora para escurecer o ambiente somente para o bebê, não afetando o manuseio do *display*. É importante destacar que o ajuste de contraste poderia ser importante em contextos em que é necessária pouca iluminação e para que fosse utilizado deveria haver uma melhor orientação aos profissionais. Além disso, o fato de cobrir a incubadora pode comprometer o monitoramento do paciente, visto que impede o profissional de visualizá-lo.

A tarefa de configuração de data e hora (tarefa 7) não foi realizada por um dos usuários e dois tiveram dificuldade em realizá-la. A tela para configuração de data e hora é apresentada na Figura 4.4. Mesmo os dois usuários que a realizaram destacaram ser confuso o caminho necessário para a execução da tarefa, sendo sugerido por todos que poderia ser modificado o *software* de forma a facilitar a configuração.



Figura 4.4: Tela para Ajuste de Data e Hora

Ao realizar as tarefas de configurar a temperatura do modo AR, da PELE e a umidade (tarefas 8, 9 e 10), somente um usuário teve dificuldade. As telas para essas tarefas são mostradas nas Figuras 4.5 a 4.8. Após realizá-las, o equipamento disparava alarmes sonoros e visuais por meio de uma luz na tela. Porém, não ficava claro exatamente qual era o problema que estava ocorrendo. Como acontecia na UTI neonatal visitada durante a análise do contexto, os usuários somente silenciavam a alarme, mas não conseguiam entender o motivo pela qual ele havia disparado. Assim, os usuários afirmaram que seria mais útil caso o alarme visual fosse um texto indicando exatamente qual era o problema que havia disparado o alarme.



Figura 4.5:Tela Inicial



Figura 4.6:Tela para configuração da Umidade Relativa



Figura 4.7:Tela para configuração da temperatura do Modo PELE



Figura 4.8:Tela para configuração da temperatura do Modo AR

Quatro dos cinco usuários não conseguiram descrever o que é a “Tendência” que aparece na tela (tarefa 11). Na tela sempre fica aparente um campo com escrito “Tendência” que se refere ao gráfico do modo AR ou PELE ou de UR que foram realizadas e selecionada pelo o usuário para que ficasse aparente. Alguns participantes não souberam dizer do que se tratava e outros precisaram de um tempo observando a tela ou até navegando entre os comandos que havia na tela na tentativa de entender do que se tratava. Até perceberem que na verdade, a tendência era um gráfico de acompanhamento do parâmetro selecionado. Ao conversar com os usuários, pôde-se notar que a dificuldade em realizar a tarefa foi relativa ao termo utilizado, eles não conseguiam entender o significado de tendência. Assim eles sugeriram que o termo tendência fosse mudado para gráfico.

Três usuários não conseguiram e um teve dificuldade em mudar o gráfico de PELE para AR (tarefa 12). Já para mudar o gráfico de AR para UMIDADE (tarefa 13), um teve dificuldade e dois não conseguiram realizar. Eles ficaram confusos ao explorar o *software* e não conseguiram selecionar a opção desejada e entender a lógica do sistema.

Os usuários 1 e 2 não conseguiram realizar a tarefa relativa a anotar a temperatura alvo e atual do modo AR (tarefa 15), mas conseguiram anotar a temperatura do modo PELE (tarefa 14). Com o usuário 3 ocorreu o inverso. Isso ocorreu, pois, estes usuários conseguiram identificar as temperaturas no modo em que a incubadora já estava configurada no momento (para os usuários 1 e 2 já estava no Modo AR e para o usuário 3, no Modo PELE). Ao precisarem modificar o modo para verificar a temperatura, eles tiveram dificuldade ou não conseguiram. O usuário 4 não conseguiu realizar nenhuma das duas tarefas e o usuário 5 conseguiu.

Para identificar a porcentagem alvo e atual da UMIDADE (tarefa 16) seria necessário explorar mais as funções do *software*, sendo que um usuário conseguiu realizar, dois tiveram dificuldade e os outros dois não conseguiram. Os usuários relataram que, além da dificuldade em encontrar as funções, o fato de não ter escrito claramente o que é a alvo e o que é a atual dificultou o entendimento e sugeriram que essa informação ficasse mais clara na tela.

Somente um usuário não conseguiu identificar o tempo restante para que o alarme fosse disparado (tarefa 17), porém todos tiveram dificuldade de entender qual seria a medida de tempo expressa na tela.

Quatro usuários tiveram dificuldade em realizar a tarefa configurar a temperatura do ar em 37,5° (tarefa 26) e um não conseguiu realizar. Quando é necessário configurar a

temperatura da incubadora neonatal acima de 37°, o *software* solicita uma autorização uma vez que a temperatura é considerada muito alta. Na mensagem de autorização era utilizado o símbolo “>” e os usuários tiveram dificuldade de entender e interpretar o que estava acontecendo. Após explicar-lhes o que era o símbolo, sugeriram sua substituição por “+” para facilitar o entendimento.

Quando solicitada a identificação do modo em que a incubadora estava operando, AR ou PELE (tarefa 18), o que seria o “UR” aparente no painel (tarefa 27) somente um usuário não conseguiu realizar. Porém, ao solucionar os demais problemas encontrados por meio das outras tarefas, pode-se atender à essas questões. Isso aponta que houve aprendizagem ao se explorar a interface, mas que ela não é intuitiva inicialmente. As tarefas de como colocar o bebê na incubadora (tarefa 20) e localizar onde pode-se conectar a incubadora com um computador, que fica na face inferior junto a incubadora (tarefa 22) somente um usuário não conseguiu realizar cada uma delas, não encontrando onde conectar o computador e simulando que colocaria o bebê com os pés voltado para a manga-íris que fica na cabeceira e por onde deve passar a mangueira do ventilador pulmonar, local em que se deveria ser colocada a cabeça, porém ao identificarem a forma de realizá-las entenderam a lógica e não fizeram sugestões de melhorias a respeito.

Pode-se notar que nenhum usuário teve dificuldade na execução das tarefas 19, 21, 23, 24, 25 e 28.

Conforme descrito, em vários momentos foram necessárias intervenções para que fosse possível prosseguir com o teste, já que os participantes não conseguiam identificar o que estava acontecendo e o que deveria ser feito para que pudessem avançar. As intervenções foram feitas sem que houvesse qualquer comentário para não interferir no resultado do teste, ou seja, o pesquisador entrou na sala, realizou a tarefa que o usuário não pôde executar e voltou à Sala de Observação e Controle. A parte mais crítica foi a de ligar o equipamento, tarefa em que todos os participantes necessitaram de ajuda.

4.1.1.3. Requisitos de usabilidade

Por meio do Teste de Usabilidade da incubadora, foi possível encontrar as principais dificuldades que os usuários têm em relação ao equipamento, tanto na parte de *software* quanto na parte de *hardware*. Além disso foi possível obter um *feedback* de possíveis melhorias para que as tarefas pudessem ser feitas de forma mais intuitivas, rápidas e assertivas.

A compilação dos resultados dos questionários SUS e QUIS aplicados após a realização do Teste de Usabilidade da incubadora pode ser vista no APÊNDICE B.

A

Tabela 4.1 apresenta a medida de usabilidade obtida pela aplicação do questionário SUS, mostrando a nota final referente a cada um dos usuários, bem como a média.

Tabela 4.1: Resultado do SUS para teste de Usabilidade da Incubadora

Usuário	U1	U2	U3	U4	U5
SUS	65	85	85	77.5	50
Média	72.5±15.0				

Para análise do questionário QUIS foram levantadas as notas por categoria de avaliação: geral, tela, terminologia e sistema de informação, aprendizagem e recurso do sistema.

A

Tabela 4.2 apresenta o resumo dos resultados obtidos.

Tabela 4.2: Resultado do QUIS para teste de usabilidade da Incubadora

Usuário	U1	U2	U3	U4	U5	Final
Geral	8.33	8.67	7.67	7.50	8.67	8.17 ±1.60
Tela	8.64	8.64	8.09	7.73	8.27	8.27 ±1.01
Terminologia e Sistema de Informação	8.60	8.60	8.90	7.80	8.40	8.46 ±0.81
Aprendizagem	7.70	8.50	6.80	7.40	8.50	7.78 ±1.30
Recursos do Sistema	8.69	7.54	8.38	7.69	8.62	8.18 ±1.87

Ao cruzar as informações de cada uma das questões com o que foi relatado pelos envolvidos no Teste de Usabilidade, foi possível definir uma lista com os principais problemas que influenciaram e/ou impossibilitaram a realização das tarefas do Teste de Usabilidade. São eles:

- Dificuldade para encontrar os botões de ligar a incubadora;
- Dificuldade para encontrar o reservatório de água para checar seu nível;
- Dificuldade para encontrar o filtro de ar para verificar sua data de validade;
- Dificuldade em interpretar os alarmes;
- Dificuldade para configurar a data e hora;
- Dificuldade para interpretar o termo “tendência” na tela;

- Dificuldade em identificar quais eram os valores alvos e atuais da configuração dos parâmetros em que a incubadora estava trabalhando, PELE ou ar, e do parâmetro de UR;
- Dificuldade em interpretar o tempo para disparar o alarme novamente;
- Ajuste do contraste da tela desnecessário.

4.1.1.4. Metas de projeto

Com base nos resultados obtidos nos testes, pôde-se definir as seguintes metas de projeto:

- Colocar os botões de ligar a incubadora em locais mais visíveis;
- Melhorar a sinalização de localização do reservatório de água e filtro de ar;
- Melhorar a indicação da validade do filtro de ar;
- Tornar mais visível a indicação de nível do reservatório de água;
- Tornar o *software* mais intuitivo por meio da modificação das telas;
- Melhorar as notas dos questionários QUIS e SUS.

Essas metas foram estabelecidas tomando como base as dificuldades e problemas relacionados a execução das tarefas pelo usuário. O Teste de Usabilidade realizado foi de baixa fidelidade, com foco somente na execução das tarefas. Apesar de reconhecer a extrema importância da garantia da segurança para o paciente, as metas de projetos tiveram como objetivo a melhoria da usabilidade para o profissional de saúde que opera a incubadora.

4.2. Design para usabilidade

Com o objetivo de solucionar os problemas levantados e atender às metas de projeto determinadas, foram utilizados os princípios de *design* para propor soluções.

O Quadro 4.2 apresenta a relação de problemas, soluções propostas e princípios de *design* utilizados.

Quadro 4.2: Problemas, soluções propostas e princípios de *design* utilizados (Parte 1)

Problema	Solução	Princípio
Ligar a incubadora	Alterar o local do botão	Tornar as coisas visíveis.
Checar nível de água no reservatório	Colocar a porta de proteção transparente e o reservatório com graduação.	Tornar as coisas visíveis.
Verificar a data de validade do filtro de ar	Colocar uma etiqueta com as datas sobre a tampa.	Simplificar a estrutura da tarefa. Tornar as coisas visíveis.

Quadro 4.3: Problemas, soluções propostas e princípios de *design* utilizados (Parte 2)

Problema	Solução	Princípio
Dificuldade em interpretar os alarmes.	Além dos alarmes de áudio, colocar um alarme de texto de forma mais clara na tela.	Projetar para o erro.
Ajustar o contraste da tela.	A tela deverá vir com o contraste definido de fábrica.	Fazer o uso de coerções
Configurar a data e hora	Facilitar a forma de realizar a tarefa.	Simplificar a estrutura da tarefa.
Termo “tendência” na tela.	Trocar a termo.	Usar ao mesmo tempo o conhecimento no mundo e na cabeça.
Não saber quais eram os valores alvos e atuais da configuração.	Fazer com que apareça na tela as informações do que é cada um.	Tornar as coisas visíveis.
Tempo para disparar o alarme novamente.	Indicar qual metrologia está sendo usada.	Tornar as coisas visíveis.

Utilizando um protótipo não funcional feito pelo autor, foi utilizado para solucionar o problema de ligar a incubadora, assim como foi proposto pelos próprios usuários, a solução encontrada foi levar o botão de liga e desliga para a parte frontal da tela, de forma a torná-lo visível. Além disso, foi proposto um sistema de segurança para que não seja possível desligar o equipamento somente com um toque, tornando necessário que ele seja pressionado por alguns segundos para que desligue, assim como em outros aparelhos eletrônicos, conforme foi proposto pelos usuários.

Para checar o nível de água no reservatório, foi proposto que ele tenha uma tampa em acrílico transparente e que o reservatório seja graduado para que o usuário possa saber o quanto de água ainda há disponível.

Para o filtro de ar, propõem-se que haja uma etiqueta a ser colocada na tampa onde se localiza o filtro, com indicação da data em que foi efetuada a última troca e quando ele deverá ser novamente trocado.

Foi eliminado o potenciômetro de ajuste de contraste da tela, sugerindo que o contraste seja fixo e configurado pela fabricante da incubadora, já que os usuários disseram que essa funcionalidade não agrega em nada no funcionamento do equipamento.

Para o ajuste de data e hora foram mudados os símbolos (< e >) utilizados para que o usuário se sentisse mais confortável e confiante para ajustar hora e data.

Visando sanar as dúvidas dos usuários em relação a terminologia usada pelo sistema, foi trocado o termo “Tendência” por “gráfico”. Essa troca foi definida pelo fato de os

participantes do teste se familiarizarem com o termo e assimilarem melhor o que é mostrado na tela.

No modo de operação da incubadora, a mudança acontece na tela principal, onde agora aparece o campo “Modo de Operação”, desta forma o usuário sempre terá certeza em qual modo o equipamento está trabalhando, deixando em destaque qual a temperatura atual e qual temperatura alvo foi configurada, independentemente do modo de operação ser o AR ou PELE.

Nesta nova proposta, o usuário fica ciente da métrica que está sendo usada para medir o tempo restante para que um possível alarme audiovisual possa ser emitido, ficando definido que ele será contato em minutos.

As mudanças relativas ao *software*, ou seja, as novas telas projetadas podem ser vistas na Figura 4.9. Para simular seu funcionamento, foi criado um sistema em *JavaScript* e utilizada a linguagem HTML para que este pudesse ser executado por meio de um navegador de *internet* simulando um aplicativo. As modificações propostas para o *hardware* foram simuladas por meio da aplicação de adesivos no equipamento.

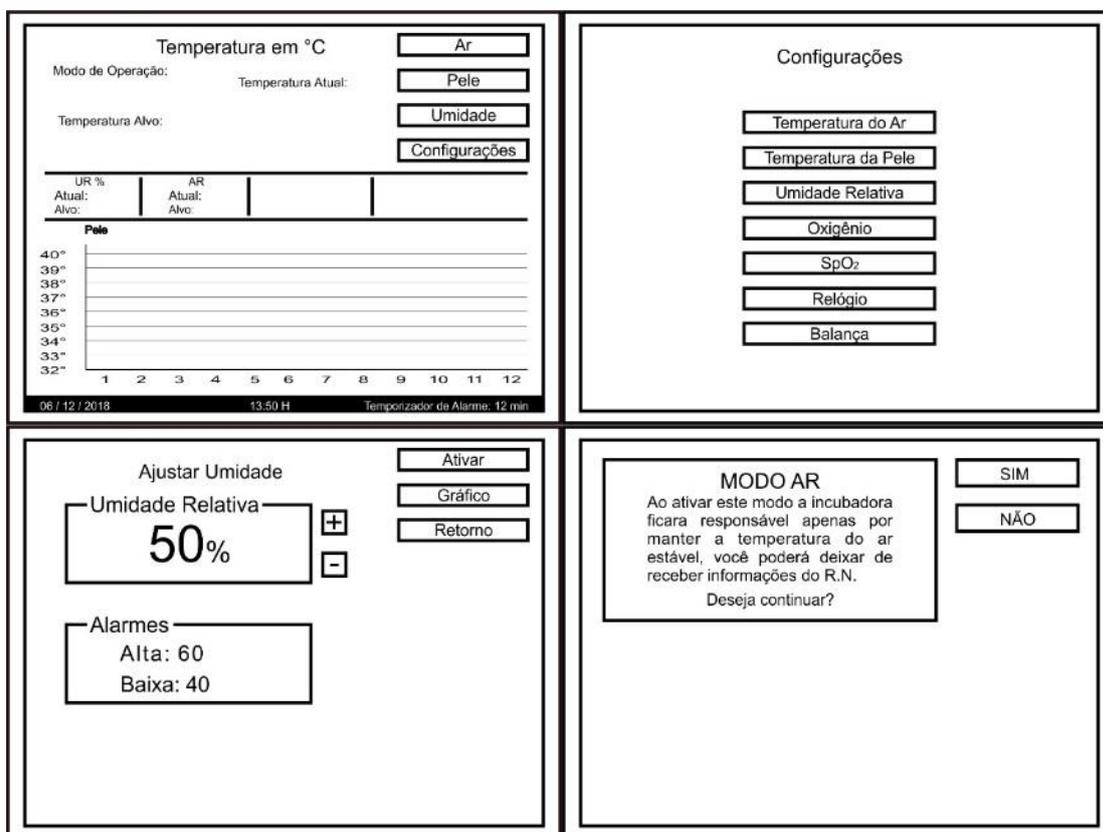


Figura 4.9: Telas propostas no novo conceito (Parte 1)

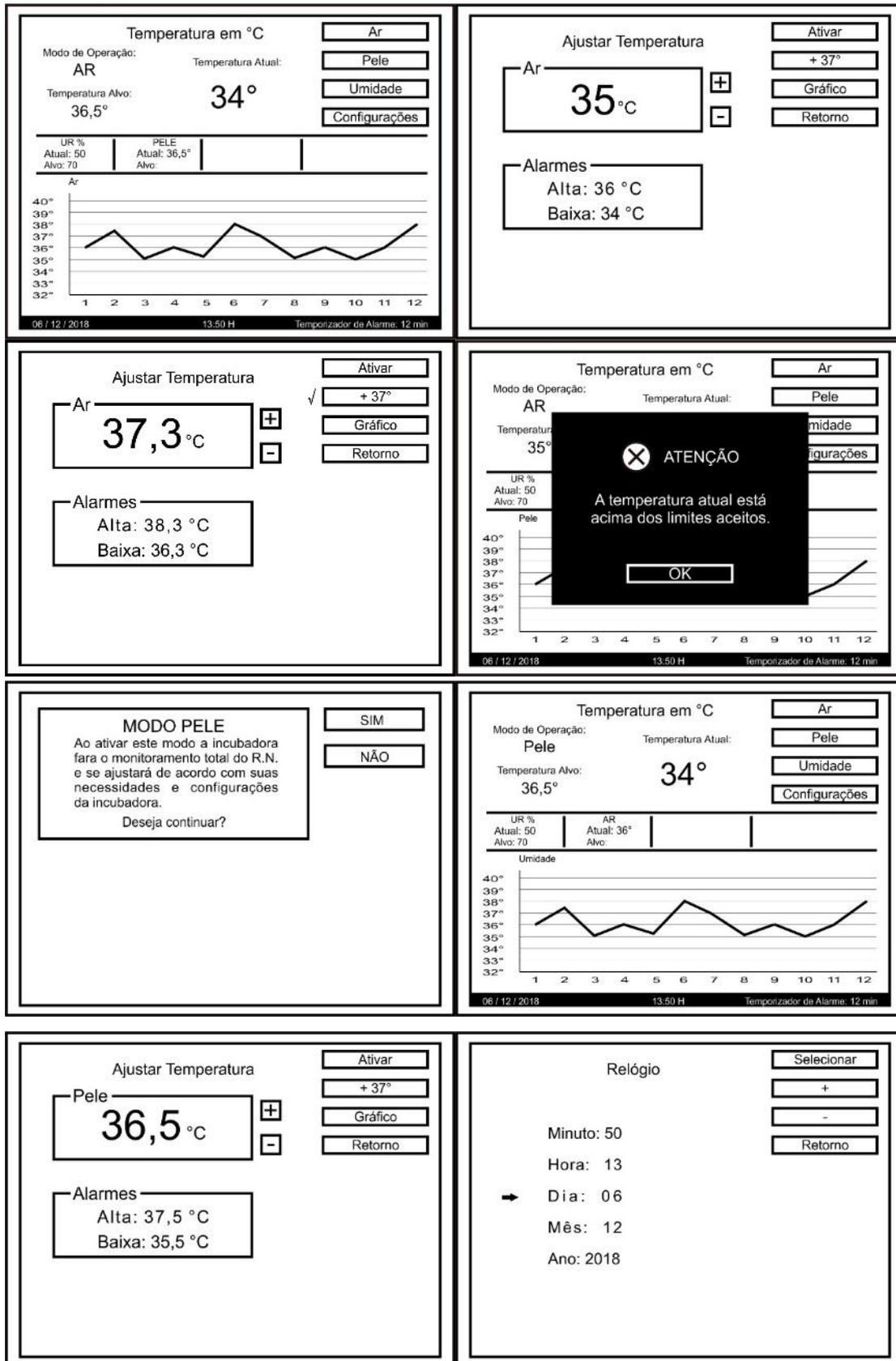


Figura 4.9: Telas propostas no novo conceito (Parte 2)

4.3. Construir e Desenvolver

Os testes de usabilidade do novo conceito foram realizados no dia 02 de dezembro de 2018 no LUFH da UNIFEI. Os usuários envolvidos neste teste foram os mesmos que realizaram o teste de usabilidade da incubadora. Conforme indicado na metodologia, o teste do novo conceito foi realizado nas mesmas condições do primeiro teste, ou seja, o protocolo estabelecido inicialmente foi seguido, as informações repassadas aos usuários da mesma forma e com o mesmo rigor do Teste de Usabilidade da incubadora.

Neste teste, não foi utilizado o monitor da incubadora para realizar as tarefas visto que tudo relativo ao *software* foi modificado por meio do sistema desenvolvido. Dessa forma, para simular o monitor da incubadora, foi utilizado um *notebook* com tela *touchscreen*, que foi colocado em uma mesa ao lado da incubadora e os usuários foram informados que as tarefas relativas ao *software* deveriam ser realizadas nele. Já as tarefas relativas ao *hardware* foram executadas na própria incubadora, vistos que as propostas de melhoria foram simuladas por meio de adesivos. A Figura 4.10 mostra os usuários durante a execução dos testes.

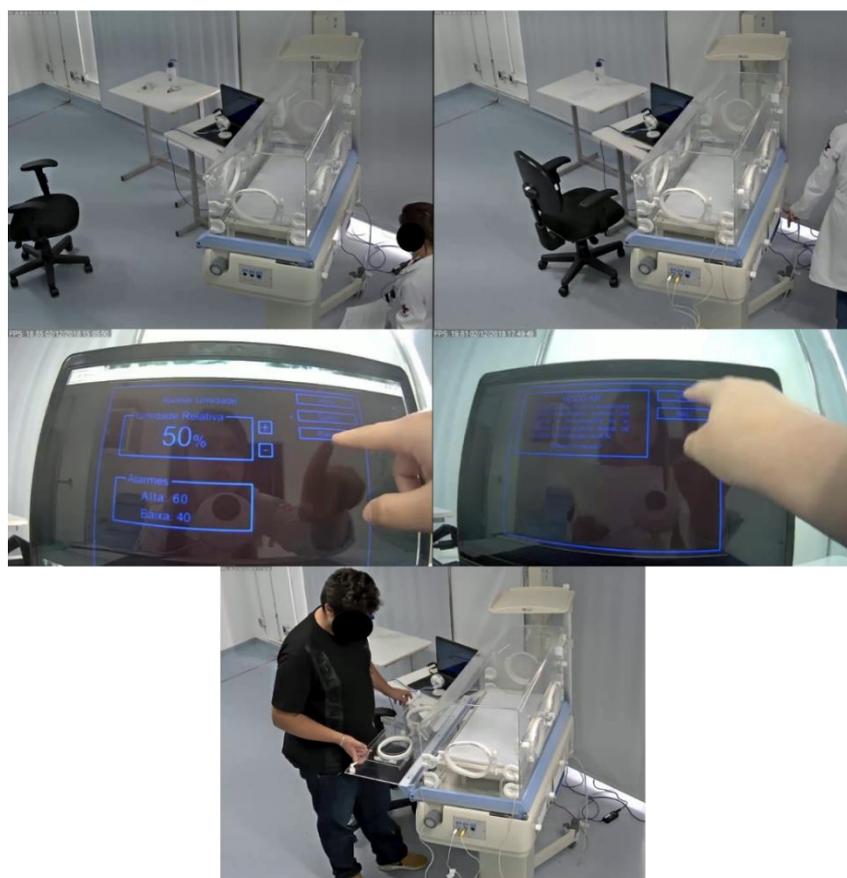


Figura 4.10: Teste de usabilidade do novo conceito

O Quadro 4.4 apresenta a relação das tarefas executadas e as informações sobre os testes dos usuários. Assim como apresentado para o Teste de Usabilidade da incubadora, para indicar que o usuário não executou a tarefa, foi utilizada a letra “N” e a letra “D” para indicar que a tarefa foi realizada com dificuldade. Dificuldade neste caso significa que o usuário demorou para realizar a tarefa, percorrendo um caminho de tentativas e erros até encontrar a forma correta de se fazer ou no caso de ter havido erros de interpretação. As tarefas que foram realizadas sem dificuldades foram deixadas em branco.

Quadro 4.4: Resultado do Teste de Usabilidade do novo conceito (Parte 1)

Lista de Tarefas	Novo					Anterior				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
1 – Checar o nível de água destilada no reservatório.					N	D		D		N
2 – Conectar o sensor de pele						D		D		D
3 – Conectar o sensor auxiliar										D
4 – Verificar data de validade do filtro de ar.						N				N
5 – Ligar a incubadora.			D		N	N	N	D	N	N
6 – Ajustar o contraste da incubadora.								D		N
7 – Configurar a data e hora.						D	N			D
8 – Configurar a temperatura do AR em 36°.			D			D				
9 – Configurar a temperatura da PELE em 36,4°.			D			D				
10 – Configurar UMIDADE em 50%.						D				
11 – Descreva o que é a tendência que aparece na tela.						N		N	N	N
12 – Mudar o gráfico de PELE para AR.						N	N	D		N
13 – Mudar o gráfico de AR para UMIDADE.						D	N			N
14 – Anotar a temperatura alvo e atual da PELE.				N				D	N	
15 – Anotar a temperatura alvo e atual do AR.					N	N	N		N	
16 – Anotar a porcentagem alvo e atual da UMIDADE.						N	D	D	N	
17 – Qual o tempo restante para que o alarme seja disparado?						N	D	D	D	D
18 – Em qual modo a incubadora está operando, Ar ou PELE?						N				
19 – Identifique a entrada para mangueira de oxigênio.										
20 – Simule como você colocaria o bebê na incubadora.										N
21 – Identifique o compartimento para placa de Raio-X.										
22 – Localize onde pode-se conectar a incubadora a um computador.								N		
23 – A quais valores de temperatura da PELE o alarme disparará?										
24 – A quais valores de temperatura do AR o alarme disparará?										

Quadro 4.5: Resultado do Teste de Usabilidade do novo conceito (Parte 2)

Lista de Tarefas	Novo					Anterior				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
25 – A quais valores percentuais de UMIDADE o alarme disparará.										
26 – Configure a temperatura do AR em 37,5°.						D	D	D	D	N
27 – O que é este UR que fica aparente no painel?										N
28 – Eleve o leito na altura da cabeça e depois na altura dos pés.										

Pode-se notar que foram poucas as tarefas que não foram executadas pelos participantes, com um resultado melhor que no Teste de Usabilidade da incubadora. Somente um usuário não conseguiu realizar as tarefas 1, 14 e 15 e um usuário teve dificuldades em realizar as tarefas 8 e 9. A tarefa de ligar a incubadora, que foi a mais crítica no primeiro teste, não pôde ser executada por somente um usuário e um teve dificuldade. Apesar das modificações propostas, deve-se destacar que, por terem sido realizados pelos mesmos usuários em um intervalo entre 2 e 3 meses e os testes serem compostos pelas mesmas tarefas, o fator aprendizagem não pode ser desconsiderado.

Por estarem mais visíveis, os usuários conseguiram encontrar de maneira mais rápida e assertiva o botão para ligar a incubadora, o filtro de ar e o reservatório de água, bem como interpretar as informações relativas eles. Em relação ao *software*, foi relatado pelos usuários que as novas configurações de tela tornaram o sistema mais fácil e intuitivo.

4.4. Avaliar uso no contexto

A compilação dos resultados dos questionários SUS e QUIS aplicados após o teste de usabilidade do novo conceito pode ser vista no APÊNDICE C.

A Tabela 4.3 apresenta a medida de usabilidade obtida pela aplicação do questionário SUS. A tabela apresenta a nota final referente a cada um dos usuários, bem como a nota final.

Tabela 4.3: Resultado do SUS para teste de usabilidade do novo conceito

Usuário	U1	U2	U3	U4	U5
SUS	92.5	100	87.5	75	87.5
Média	88.5±9.1				

Para análise do questionário QUIS foram levantadas as notas por categoria de avaliação: geral, tela, terminologia e sistema de informação, aprendizagem e recurso do sistema. A Tabela 4.4 apresenta o resumo dos resultados obtidos.

Tabela 4.4: Resultado do QUIS para teste de usabilidade do novo conceito

Usuário	U1	U2	U3	U4	U5	Final
Geral	9.00	8.83	9.00	8.00	9.00	8.77 ±0.50
Tela	8.91	8.36	9.00	8.18	8.82	8.65 ±0.52
Terminologia e Sistema de Informação	9.00	8.70	8.90	8.30	8.90	8.76 ±0.48
Aprendizagem	8.60	8.70	8.90	7.70	8.40	8.46 ±0.79
Recursos do Sistema	8.62	7.69	8.77	7.92	8.69	8.34 ±1.64

Ao final do teste, quando questionados sobre o novo conceito foram feitos os comentários:

- Usuário 1: “As informações ficaram muito mais nítidas agora. Anteriormente eu não achava onde ficava as informações do filtro de ar e de água, e agora estão todos aparentes. Acredito que agora está fácil trabalhar com a incubadora.”
- Usuário 2: “As alterações do filtro de ar, a data de validade, a indicação da chave geral e o compartimento de água melhorou muito. Na tela eu achei que as configurações ficaram mais fáceis de serem encontradas. De forma geral melhorou muito”
- Usuário 3: “Acho que as modificações que foram feitas deixaram mais fácil!”
- Usuário 4: “As configurações estão mais visíveis, mais fácil de acessar. Está mais acessível!”
- Usuário 5: “Eu gostei, está bem mais fácil trabalhar com ela. É está fácil!”

4.5. Feedback

Comparando os resultados do Teste de Usabilidade da incubadora e do novo conceito pode-se notar melhoria. A Tabela 4.5 apresenta uma comparação entre os resultados dos testes de incubadora e do novo conceito, mostrando o número de usuários com dificuldades antes e depois, assim como o número de usuários que não conseguiu realizar as tarefas no primeiro e segundo teste.

Tabela 4.5: Comparação entre os resultados dos testes

Tarefa	D		N	
	Antes	Depois	Antes	Depois
1	2	0	1	1
2	3	0	0	0
3	1	0	0	0
4	0	0	2	0
5	1	1	4	1

Tabela 4.6: Comparação entre os resultados dos testes

Tarefa	D		N	
	Antes	Depois	Antes	Depois
6	1	0	1	0
7	2	0	1	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	0
10	1	0	0	0
11	0	0	4	0
12	1	0	3	0
13	1	0	2	0
14	1	0	1	1
15	0	0	3	1
16	2	0	2	0
17	4	0	1	0
18	0	0	1	0
19	0	0	0	0
20	0	0	1	0
21	0	0	0	0
22	0	0	1	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	4	0	1	0
27	0	0	1	0
28	0	0	0	0

No primeiro teste, houve dificuldade em realizar as às tarefas 2 e 3, porém não foram propostas melhorias para os sensores de pele e auxiliar, uma vez que os usuários afirmaram que a forma de identificação por cores é adequada e a dificuldade foi uma falta de atenção inicial. Não houve dificuldade de execução das tarefas 19, 21 e 28, dessa forma, não foram propostas melhorias para os elementos relativos a elas. Mesmo que as tarefas 20 e 22 não tenham sido realizadas por um usuário cada, não foram propostas melhorias no mecanismo de abertura da incubadora para colocar o bebê e no local para conectar a

incubadora a um computador, visto que os usuários não fizeram considerações sobre a necessidade de melhoria destes elementos e ao identificarem a forma de realizá-las entenderam a lógica.

No segundo teste, não houve dificuldade em realizadas as atividades citadas (2, 3, 19, 20, 21, 22 e 28) Essas questões são relativas ao *hardware* do equipamento e aqueles usuários que tiveram dificuldade ou não as realizaram no primeiro teste puderam executá-las sem problemas no segundo. Isso pode ser explicado pelo fato de não terem sido propostas modificações e dos testes terem sido realizados pelos mesmos voluntários que aprenderam e assimilaram como realizar a tarefa.

Em relação às demais tarefas, houve a redução do número de usuários com dificuldades ou que não conseguiram realizá-las, exceto nas tarefas 5, 8, e 9 em que houve o mesmo número de pessoas com dificuldade e nas tarefas 1 e 14 em que houve o mesmo número de pessoas que não conseguiram executá-las.

Considerando os resultados dos questionários, também pode-se destacar melhoria nos resultados. Em relação à nota obtida no SUS, pode-se notar que os usuários 1, 2, 3 e 5 avaliaram melhor o novo conceito que a incubadora. Somente o usuário 4 avaliou o novo conceito com uma nota um pouco menor que a dada à incubadora. A diferença entre as notas foi de apenas 2,5 pontos (77,5 no primeiro teste e 75 no segundo) e o usuário destacou que achou o novo conceito mais fácil de usar e mais acessível Uma possível explicação para esta diferença poderia o fato de os questionários terem sido preenchidos em diferentes dias, com intervalos de aproximadamente 2 meses e talvez o usuário não se lembrasse da avaliação anterior.

Assim, de forma geral, houve a melhoria da nota dada por quatro dos cinco usuários (Figura 4.11) e, considerando a média final, pode-se notar um crescimento de 72,5 para 88,5, o que significa uma melhoria de aproximadamente 22% (Figura 4.7).

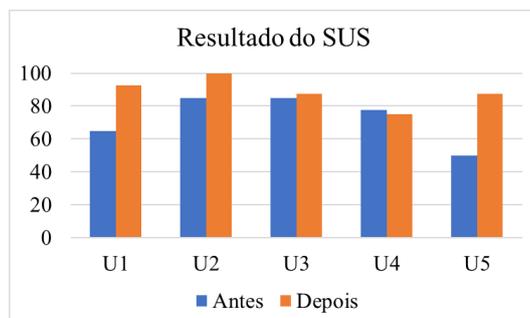


Figura 4.11: Resultado do SUS

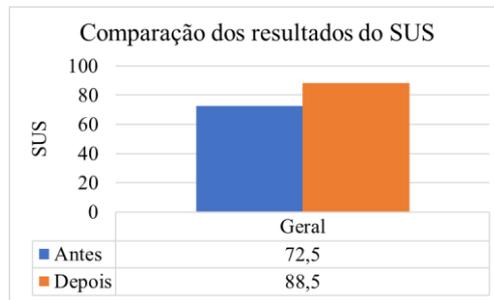


Figura 4.12: Resultado Comparativo do SUS

Houve também melhoria nas notas do questionário QUIS. Pode-se notar que houve melhora em todos os itens em relação a todos os usuários e também no resultado final de cada um (Figura 4.13).

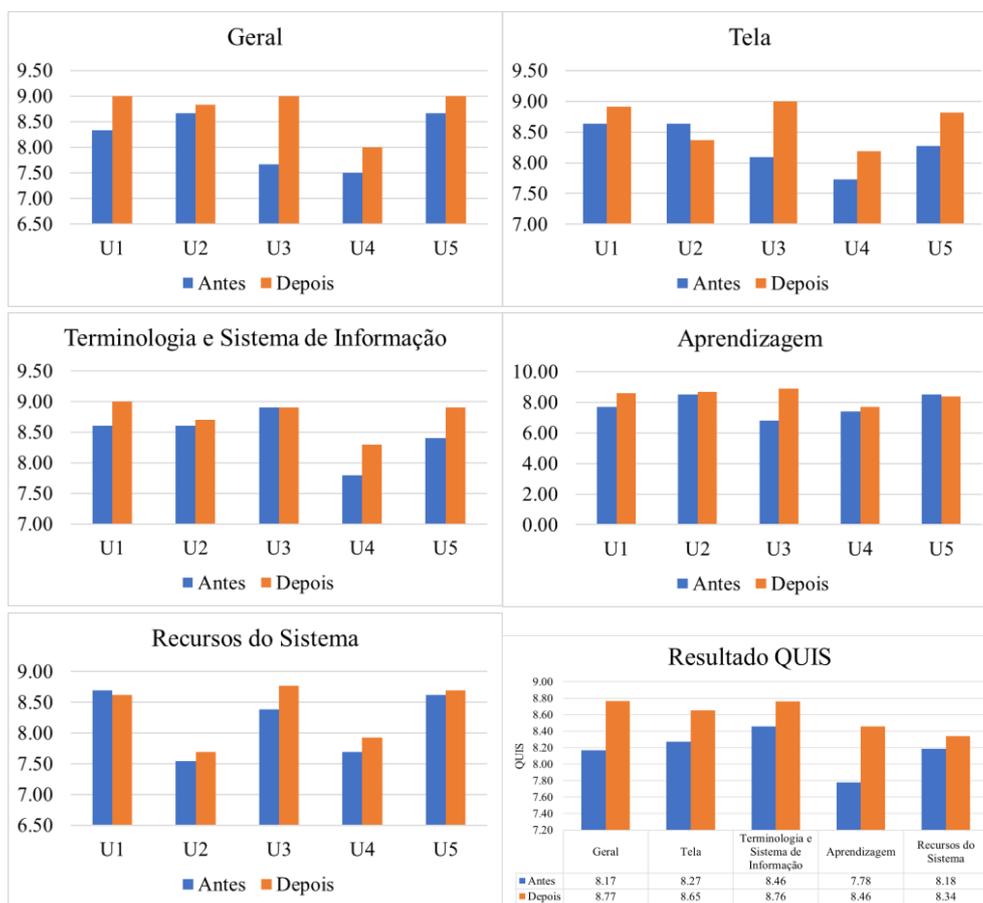


Figura 4.13: Resultado Comparativo do QUIS

A comparação dos dados dos questionários é ratificada pelos depoimentos coletados durante as entrevistas semiestruturadas. Conforme citado anteriormente, os usuários julgaram o novo conceito mais intuitivo e fácil de usar.

Dessa forma, há indicações de que de fato houve a melhoria da usabilidade da incubadora devido à aplicação da abordagem do DCU e dos princípios de *design* para geração do novo conceito.

4.6. Análises e discussões

A análise dos resultados deste trabalho pode ser dividida em dois pontos principais: a adequação da utilização das ferramentas de acordo com outros trabalhos encontrados na literatura e comparação dos resultados obtidos em outros estudos práticos de análise de usabilidade de incubadoras para verificar se as ferramentas utilizadas proporcionam resultados semelhantes.

Como uma análise inicial, este trabalho foi estruturado de forma semelhante aos trabalhos de Adinda e Suzianti (2018) e Muhammad *et al.* (2017) apesar do objeto de estudo destes não serem equipamentos eletromédicos. Os autores aplicaram a técnica Think Aloud e os questionários SUS e QUIS para melhorar a interface de um aplicativo. Após a aplicação inicial dos questionários QUIS e SUS e avaliação dos vídeos pela técnica Think Aloud, os autores propuseram um novo *design* para os sistemas e puderam medir sua efetividade por meio da aplicação do SUS. Ambos trabalhos avaliaram o *redesign* também em termos de execução das tarefas determinadas para execução dos usuários a partir de teste de alta fidelidade, o que não pôde ser feito neste trabalho devido ao fato do teste realizado ter sido de baixa fidelidade. É interessante destacar, portanto, que a integração das técnicas também é efetiva para a melhoria da usabilidade de equipamentos médicos.

Partindo para a análise da usabilidade específica do objeto de estudo desta pesquisa, tem-se os trabalhos de Custódio *et al.* (2019) e Ferris e Shepley (2013) que avaliaram a usabilidade de incubadoras neonatais com base em metodologias centradas no homem, mais especificamente, as 14 heurísticas propostas por Zhang (2003). É interessante destacar que apesar de ser uma metodologia centrada no homem, a análise heurística é realizada por especialista, não sendo, portanto, centradas no usuário. Pode-se afirmar que os problemas e soluções propostos nos trabalhos de Custódio *et al.* (2019) e Ferris e Shepley (2013) se assemelham ao que foi encontrado neste trabalho, apesar das técnicas utilizadas serem diferentes. Os problemas comuns encontrados relacionam-se, de maneira geral, às questões de monitoramento e alarme e usabilidade da interface.

O quadro 4.4 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos no trabalho de Custódio *et al.* (2019) e este trabalho. Pode-se notar que as tarefas que violaram o maior número de heurísticas foram que aqueles que mais usuários tiveram dificuldades.

Quadro 4.6: Comparação dos resultados (Parte 1)

Lista de Tarefas	Custódio <i>et al.</i> (2019)		Este trabalho	
	Tarefas Analisadas	Nº de heurísticas violadas com grau de severidade 3	Tarefa com dificuldades identificadas	Nº de usuários com dificuldade
1 – Checar o nível de água destilada no reservatório.			X	3
2 – Conectar o sensor de pele	X	4	X	3
3 – Conectar o sensor auxiliar			X	1
4 – Verificar data de validade do filtro de ar.	X	3	X	2
5 – Ligar a incubadora.	X	9	X	5
6 – Ajustar o contraste da incubadora.	X	1	X	2
7 – Configurar a data e hora.	X	8	X	3
8 – Configurar a temperatura do AR em 36°.			X	1
9 – Configurar a temperatura da PELE em 36,4°.	X	4	X	1
10 – Configurar UMIDADE em 50%.	X	3	X	1
11 – Descreva o que é a tendência que aparece na tela.			X	4
12 – Mudar o gráfico de PELE para AR.			X	4
13 – Mudar o gráfico de AR para UMIDADE.			X	3
14 – Anotar a temperatura alvo e atual da PELE.			X	2
15 – Anotar a temperatura alvo e atual do AR.			X	3
16 – Anotar a porcentagem alvo e atual da UMIDADE.			X	4
17 – Qual o tempo restante para que o alarme seja disparado?			X	5
18 – Em qual modo a incubadora está operando, Ar ou PELE?	X	1	X	1
19 – Identifique a entrada para mangueira de oxigênio.				
20 – Simule como você colocaria o bebê na incubadora.			X	1
21 – Identifique o compartimento para placa de Raio-X.				
22 – Localize onde pode-se conectar a incubadora a um computador.			X	1
23 – A quais valores de temperatura da PELE o alarme disparará?	X	1		
24 – A quais valores de temperatura do AR o alarme disparará?	X	1		
25 – A quais valores percentuais de UMIDADE o alarme disparará.	X	1		
26 – Configure a temperatura do AR em 37,5°.			X	5

Quadro 4.7: Comparação dos resultados (Parte 2)

Lista de Tarefas	Custódio <i>et al.</i> (2019)		Este trabalho	
	Tarefas Analisadas	Nº de heurísticas violadas com grau de severidade 3	Tarefa com dificuldades identificadas	Nº de usuários com dificuldade
27 – O que é este UR que fica aparente no painel?			X	1
28 – Eleve o leito na altura da cabeça e depois na altura dos pés.				

Assim como as heurísticas propostas por Zhang (2003) para o contexto de equipamentos médicos, pode-se dizer que os princípios de *design* propostos por Norman (2002) são efetivos para guiar a proposição de soluções e geral soluções semelhantes.

No trabalho de Ferris e Shepley (2013) foram propostos quatro projetos conceituais de incubadoras com base na exploração das necessidades de diferentes usuários – profissionais, pacientes e seus familiares – envolvendo soluções para os problemas levantados. Assim como neste trabalho, Ferris e Shepley (2013) propuseram para melhoria da usabilidade do equipamento a utilização de telas sensíveis ao toque e melhorar a interface por meio da simplificação das funções do equipamento. Além disso, propuseram criar formas de melhorar a visibilidade do *status* geral do sistema, apresentando alertas e alarmes claros para auxiliar na tomada de decisões. Outras questões de *design* foram também analisadas, como por exemplo as relativas à higiene e controle de infecções, sustentabilidade e energia, gerenciamento de cabos e tubulações, acesso da família ao paciente, dentre outras, que não fizeram parte do escopo deste trabalho.

A lista de tarefas utilizadas para o Teste de Usabilidade proposto por Custódio *et al.* (2019) foi a base para a definição das tarefas executadas neste trabalho, sendo analisado o mesmo modelo de incubadora. Após a Análise Heurística feita pelos especialistas, os autores verificaram que as tarefas mais críticas eram ligar a incubadora e configurar hora e data em que houve violação de nove e oito heurísticas respectivamente. Por meio do Teste de Usabilidade realizado neste trabalho, a tarefa de ligar a incubadora também foi a mais crítica, sendo que quatro dos cinco usuários não conseguiu realizá-la e o que conseguiu, realizou com dificuldade. Houve também dificuldade em realizar a tarefa de configurar hora e data, porém esta foi a oitava, pois somente três não conseguiram realizá-la.

É importante destacar também que no trabalho de Custódio *et al.* (2019) foram identificados problemas relativos à utilização dos modos AR e PELE que foi uma questão

identificada na análise do contexto por meio da visita a uma UTI Neonatal. Os autores apresentam como recomendação que os profissionais sejam treinados de maneira adequada para utilização destes recursos, visto sua importância para a segurança do neonato.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo a estruturação e aplicação da abordagem do DCU para melhoria da usabilidade de uma incubadora neonatal. Por meio da realização de Testes de Usabilidade, apoiados pela técnica de Think Aloud, aplicação dos questionários QUIS e SUS e utilização dos princípios de *design*, foi possível avaliar e melhorar a usabilidade da incubadora neonatal propondo um novo conceito que atendesse às expectativas dos usuários envolvidos. Pode-se dizer que a utilização dessas técnicas se mostrou efetiva mesmo se tratando de contextos diferentes de aplicação.

A pesquisa mostrou que se pode obter resultados satisfatórios com a inclusão dos usuários no processo de desenvolvimento, o que é proposto e esperado pela aplicação da abordagem do DCU. Dentre as principais dificuldades enfrentadas, pode-se destacar aquelas relacionadas ao envolvimento do usuário, que é o ponto central do DCU. Na prática, encontrar pessoas dispostas a colaborar voluntariamente e conciliar agendas e disponibilidades pode ser um problema na execução de projeto, comprometendo seu cronograma e resultados.

As dificuldades enfrentadas pelos envolvidos nos testes de usabilidade e os problemas destacados pelos profissionais na análise do contexto, mostraram um sistema complexo e com itens que não são necessariamente úteis no manuseio diário do equipamento. Além disso, elementos no equipamento, como o reservatório de água, filtro de ar e até o botão de ligar, não eram posicionados de forma visível e intuitiva para o público.

A abordagem do DCU envolve o usuário em todo processo, fazendo com que seja possível captar suas necessidades e desejos ao longo da execução das atividades. Por meio da aplicação dos questionários, Think Aloud, observação direta e entrevistas semiestruturadas durante a realização dos testes foi possível verificar de fato uma melhoria na usabilidade.

O novo conceito foi formado por meio da implementação de melhorias simples no *hardware* e mudanças na lógica do *software* da incubadora, seguindo as percepções dos usuários e, mesmo não sendo uma reformulação geral do conceito, foi possível uma melhoria de aproximadamente 22% da usabilidade medida pelo SUS. Desta forma, pode-se concluir que a aplicação do DCU se mostrou efetiva para a melhoria da usabilidade de equipamentos médicos.

Levando em conta que todo o processo de desenvolvimento utilizado neste trabalho manteve seu foco no usuário, suas necessidades e percepções, sugere-se para trabalhos futuros a realização de uma Análise Heurística do conceito proposto neste trabalho com o objetivo de comparar seu desempenho ao da incubadora neonatal analisada sob a ótica dos especialistas, além de outros estudos que integrem as ferramentas.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. User-centered *design*. **W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. Bainbridge, 2004.
- ADINDA, P. P.; SUZIANI, A. Redesign of User Interface for E-government Application Using Usability Testing Method. **ICCIP '18 Proceedings of the 4th International Conference on Communication and Information Processing**, p. 145-149, 2018
- ALVES D.S.; NOVAES, M.A. Perfil da equipe de enfermagem e grau de satisfação em relação à usabilidade do prontuário eletrônico do paciente. **Revista de Enfermagem UFPE On Line**, v. 7, n.1, p. 143-152, 2013.
- ANDRADE, L. P.; BALDA, R. C. X.; ARECO, K. C. N.; PAIVA, P. B.; NUNES, M. V.; MARBA, S. T. M.; CARVALHO, W. B.; RUGOLO, L. M. S S.; ALMEIDA, J. H. C.; PROCIANOY, R. S.; DUARTE, J. L. M.; REGO, M. A. S.; FERREIRO, D. M. L. M.; FILHO, N. A.; GUINSBURG, R.; DINIZ, E. M. A.; SANTOS, J. P. F.; TESTONI, D.; SILVA, N. M. M.; GONZALES, M. R. C.; SILVA, R. V. C.; MENESES, J. FERRI, W. A. G. SILVA, R. P. BOMFIM, O. Evaluation of usability of a neonatal health information sytem according to the user's perception. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 37, n. 1, p. 90-96, 2019 .
- BROOKE, J.: SUS: A “quick and dirty” usability scale. In: JORDAN, P. W., THOMAS, B., WEERDMEESTER, B. A., MCCLELLAND (eds.) **Usability Evaluation in Industry**. Taylor & Francis, London, UK, , p. 189-194, 1996.
- CHIN, J.; DIEHL, V.; NORMAN, K. (1988). Development of a Tool Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface. **CHI '88 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 213-218, 1988.
- COSTA, C. C.; TONETE, V. L. P.; PARADA, C. M. G. L. Conhecimentos e práticas de manuseio de incubadoras neonatais por profissionais de enfermagem. **Acta Paulista de Enfermagem**. vol. 30, n. 2, p.174-180, 2017.
- COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action research. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- CUSTÓDIO, R. A.; TRZESNIAK, C.; MIRANDA, P. R.; ANGELINI, G.H. D. ; BORDÓN, J. S.; VIEIRA, L. C. S.; MELLO, C. H. P. Applying Human Factors Engineering Methods for Risk Assessment of a Neonatal Incubator. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2019, p. 1-11, 2019.
- ESHET, E.; REUVER, M.; BOUWMAN, H. The role of organizational strategy in the user-centered design of mobile applications. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 40, n. 1, p. 315-331, 2017.

FERREIRA, B. M.; BARBOSA, S.; CONTE, T.U. Eliciting Requirements using Personas and Empathy Map to Enhance the User Experience In: **29th Brazilian Symposium on Software Engineering**, Belo Horizonte, p.80 – 89, 2015.

FERRIS, T. K.; SHEPLEY, M. M. The design of neonatal incubators: a systems-oriented, human-centered approach. **Journal of Perinatology**, vol. 33, pp. 24–31, 2013.

FILARDI, A. L.; TRAINA, A. J. M. Montando questionários para medir a satisfação do usuário: avaliação de Interface de um sistema que utiliza técnicas de recuperação de imagens por conteúdo. In: **VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. Porto Alegre (RS): IHC'08, 21.24 outubro, 2008, p. 176-185.

FIOCRUZ; COFEN. Pesquisa Perfil da Enfermagem no Brasil, 2013.

FLATO, U. A. P.; GUIMARÃES, H. P., Simulation-based education in urgency and emergency medicine: art imitates life. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, vol. 9, no. 5, p. 360–364, 2011.

GULLIKSEN, J.; GÖRANSSON, B.; BOIVIE, I.; LOMKVIST, S.; PERSSON J.; CAJANDER, A. Key principles for user-centred systems *design*. **Behaviour & Information Technology**, v. 22, n. 6, p. 397-409, 2003.

HAGEDORN, T. J.; KRISHNAMURTY, S.; GROSSE, I. An information model to support user-centered design of medical devices. **Journal of biomedical informatics**, v. 62, p. 181-194, 2016

HOLDEN, R. J.; VOIDA, S.; SAVOY, A.; JONES, J.F.; KULANTHAIVEL, A. Human Factors Engineering and Human–Computer Interaction: Supporting User Performance and Experience. In: Finnell J., Dixon B. (eds) **Clinical Informatics Study Guide**. Springer, Cham, 2016.

HORTMAN, P. A.; THOMPSON, C. B. Evaluation of User Interface Satisfaction of a Clinical Outcomes Database. **Computers, Informatics, Nursing**, Vol. 23, No. 6, 301–307, 2005.

JASPERS, M.W.M; STEEN, T.; VAN DENBOS, C.; GEENEN, M.. The think aloud method: a guide to user interface design. **International Journal of Medical Informatics**, v. 73, n. 11–12, p. 781-795, 2004

JOHNSON, C. M.; JOHNSON, T. R.; ZHANG, J. A user-centered framework for *redesigning* health care interfaces. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 38, p. 75-87, 2005.

KOSHIYIANA, D. J.D. G. **Avaliação de usabilidade em materiais interativos de ensino a distância da UFRN-SEDIS**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

Laboratório de usabilidade e Fatores Humanos - UNIFEI. Disponível em: <<https://usabilidade.unifei.edu.br/>>

LEWIS, J.R.; SAURO, J. The Factor Structure of the System Usability Scale. In **Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design: Held as Part of HCI International 2009**. San Diego, CA: Springer-Verlag; p. 94-103, 2009.

LILJEGREN, E. Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment, **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 36, n.4, p. 345-352, 2006.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

MUHAMMAD, F.; MUSLIN, E.; FARADILLA, N.; ADIMIA, D. N. User Experience Evaluation on the Usage of Commuter Line Train Ticket Vending Machine. **6th International Conference on Industrial Technology and Management**, 2017.

NORMAN, D. A. **O design do dia a dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006

OLIVEIRA, M. B. A. **Usabilidade e qualidade da informação: avaliação do Portal do aluno da Universidade Federal do Espírito Santo**. 2014. 144P. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

PINHEIRO, E. M.; GUINSBURG, R.; NABUCO, M. A. A.; KAKEHASHI, T. Y. Ruído na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal e no interior da incubadora. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 19, n. 15, 2011.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E. **Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction**. New York, NY: John Wiley & Sons. 2002

RYU, Y.S. **Development of Usability Questionnaires for Electronic Mobile Products and Decision Making Methods**. Tese (Doutorado). State University, Virginia. 2005.

SANTOS, L. **Teste e avaliação de usabilidade de app para gestão de diabetes em Android**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2015

SITTING, D. F.; KUPERMAN, G. J.; FISKIO, J. Evaluating Physician Satisfaction Regarding User Interactions with an Electronic Medical Record System. **Proceedings AMIA Symposium**. P. 400-404, 1999.

SMITH, G. C.; SMITH, S. Latent Semantic Engineering – A new conceptual user-centered *design* approach. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, p. 456-473, 2012.

SMITH, S.; SMITH, G. C.; CHEN, Y. R. A KE-LSA approach for user-centered *design*. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, n. 5, p. 919-933, 2013.

SRINIVAS, P.; CORNET, V.; HOLDEN, R. Human Factors Analysis, Design, and Evaluation of Engage, a Consumer Health IT Application for Geriatric Heart Failure Self-Care. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 33, 2016.

SURIS, B. S. ; MEURER, H. ; STEFFEN, C. . A tecnologia assistiva no desenvolvimento de produto inclusivo: um estudo aplicado sobre a ciranda cadeirinha para chão sob o olhar da semiótica como contribuição projetual. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, v. 14, p. 7-31, 2018.

TULLIS, T.; ALBERT, B. **Measuring the User Experience**: collecting, analysing, and presenting usability metrics. Morgan e Kaufmann, 2013.

TULLIS, T.; STETSON, J. A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability. 2006

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção** - Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. UNIFEI, 2012.

UNGER, R.; CHANDLER, C. **A project guide to UX Design**: for user experience designers in the field or in the making. Berkeley: New Riders, 2012.

VRENDENBURG, K.; MAO, J. Y.; SMITH, P. W.; CAREY, T. A Survey of user Centered Design Practice. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Nova Iorque, p. 471.478, 2002.

VUOLLE, M.; TIAINEN, M.; KALLIO, T.; VAINIO, T.; KULJU, M.; WIGELIUS, H. Developing a questionnaire for measuring mobile business service experience. **Proceedings International conference on HCI with mobile devices and services**, 2008.

YAYICI, E. **UX Design and Usability Mentor Book**: With Best Practice Business Analysis and User Interface Design, Tips and Techniques, 2014.

YIN, S.; SIEW, J. J.H.; IRIS, N. G. S.B.; PUTRA, A. S.; ANG, A. Functional Redesign of the Hospital Trolley-Bed Tray Table. **Ergonomics in Design**, v. 24, n. 4, 2016

ZAPPELLINI, Marcelo B. e FEUERSCHUTTE, Simone G. O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em Administração. **Revista Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, p. 241.273. 2015

ZHANG, J. Human-centered computing in health information systems. Part 1: Analysis and *design*. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 38, p. 1.3, 2005.

ZHANG, J., JOHNSON, T. R.; PATEL, V. L.; PAIGE, D. L.; KUBOSE, T. Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 36, p. 23–30, 2003.

APÊNDICE A – Termo de consentimento para realização de teste de usabilidade

Termo de Consentimento

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa. Antes de concordar em participar deste estudo é importante que você leia e compreenda os procedimentos propostos no estudo. A fim de decidir se quer participar desta pesquisa, você deve ter conhecimentos suficientes sobre os riscos e benefícios para ser capaz de tomar uma decisão esclarecida. Isto é conhecido como consentimento informado. Por favor, questione a equipe do estudo caso tenha dificuldades em compreender alguma palavra ou trecho do termo de consentimento e tenha certeza de que suas perguntas foram satisfatoriamente respondidas antes de assinar este documento. As informações seguintes descrevem a proposta, os procedimentos, os riscos, os benefícios, a confidencialidade e a participação neste estudo.

Proposta

Pesquisadores do Laboratório de Usabilidade e Fatores Humanos estão investigando a usabilidade da incubadora neonatal. Sua participação irá nos ajudar a determinar se o equipamento é de fácil utilização e eficiente durante a realização das tarefas que serão propostas para você.

Procedimento

Se você concordar em participar deste estudo lhe será solicitado que complete uma série de tarefas, como: ligar o equipamento, escolher valor da temperatura e da umidade, por exemplo. Isto acontecerá em um laboratório de simulação com a incubadora. Não haverá pacientes reais ou assistência a pacientes reais. Não haverá pacientes reais ou assistência a pacientes reais. Você receberá dois questionários para responder, de onde coletaremos suas percepções sobre uso da incubadora neonatal. Suas respostas e comentários serão usados para determinarmos os potenciais benefícios e riscos

relacionados ao uso do equipamento. Sua participação no estudo terá duração aproximada de 2 horas e poderá ser registrada em áudio e vídeo, para posterior análise dos dados, neste caso, para que possa ser preservada sua imagem, sua face sempre será acompanhada de uma tarja ou borrada para que não seja possível a sua identificação.

Riscos

Os riscos previstos ou conhecidos associados com este estudo são considerados mínimos. Algumas pessoas podem sentir leve desconforto quando não conseguem realizar algumas das tarefas solicitadas. Porém, em nenhum momento estaremos avaliando seu desempenho, mas sim se o equipamento é de fácil utilização e eficiente. Você só precisará compartilhar com os pesquisadores as opiniões que desejar.

Caso você sinta algum desconforto durante toda a sua participação, pedimos que nos informe, pois iremos interromper os procedimentos que estiverem sendo realizados e providenciaremos meios para evitar e/ou reduzir algum dano que você venha a sentir. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Benefícios

Você não receberá benefícios diretos por participar deste estudo. Informações coletadas neste estudo provavelmente ajudarão na avaliação quanto ao uso da incubadora neonatal, o que poderá ajudar no futuro outras pessoas que utilizam esse equipamento.

Confidencialidade

Todas as informações obtidas durante o estudo serão mantidas em sigilo. Nenhum nome ou informações de identificação serão usadas em artigos ou publicações que possam ser originadas deste estudo. Nenhuma informação que o identifique será comentada pelos pesquisadores deste estudo. Se os vídeos do estudo forem exibidos fora do ambiente da equipe de pesquisa, seu rosto será borrado e todas as informações de identificação serão mantidas em sigilo. Os dados deste estudo serão arquivados por tempo indeterminado.

Participação

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, mesmo após sua assinatura, sem que isso traga nenhum prejuízo a você.

Reembolso

Aceitando participar da pesquisa não será cobrado absolutamente nada do participante/instituição, assim como não haverá quaisquer compensações financeiras relacionadas à sua participação.

Consentimento

Eu tive a oportunidade de discutir sobre este estudo e minhas questões foram respondidas a meu contento. Eu concordo em participar do estudo com a compreensão de que posso me retirar dele a qualquer instante, se assim desejar. Eu recebi uma cópia assinada deste termo de consentimento. Eu participei voluntariamente deste estudo.

Nome / Documento do Participante

_____/____/____
Assinatura do Participante/Data

Eu confirmo que expliquei a natureza e a proposta do estudo ao participante acima. Eu respondi a todas as questões pertinentes ao estudo que me foram feitas.

Vinícius de Castro Segheto
_____/____/____
Assinatura do responsável pelo Teste de Usabilidade/Data

APÊNDICE B– Resultados dos questionários no teste de usabilidade da incubadora

SUS

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Nota SUS	Média
U1	5	3	3	1	5	3	4	4	4	4	65.0	72.5±15.0
U2	5	3	5	5	5	1	5	1	5	1	85.0	
U3	5	1	3	5	5	1	5	1	5	1	85.0	
U4	5	2	3	3	4	2	4		4	2	77.5	
U5	5	3	3	5	5	3	5	4	1	4	50.0	

QUIS

QUIS	Questão	Incubadora					Nota QUIS
	1	U1	U2	U3	U5	U5	
Geral	2	9	9	9	8	9	8.17 ±1.60
	3	9	9	9	8	9	
	4	9	9	9	7	8	
	5	7	7	1	6	8	
	6	7	9	9	8	9	
	7	9	9	9	8	9	
Tela	8	9	9	5	8	9	8.27 ±1.01
	9	9	9	9	9	9	
	10	9	9	9	8	9	
	11	9	9	9	8	9	
	12	9	9	9	8	9	
	13	9	6	9	7	8	
	14	8	8	7	7	7	
	15	7	9	9	7	9	
	16	9	9	7	6	8	
	17	8	9	9	9	7	
Terminologia e Sistema de Informação	19	8	9	9	7	9	8.46 ±0.81
	20	9	8	9	7	9	
	21	9	9	8	8	8	
	22	9	9	9	8	8	
	23	8	9	9	7	9	
	24	9	9	9	9	9	
	25	9	8	9	8	9	
	26	8	9	9	8	9	
	27	9	7	9	8	9	
	28	8	9	9	8	5	

QUIS	Questão	Incubadora					Nota QUIS
		U1	U2	U3	U5	U5	
Aprendizagem	29	7	8	5	7	9	7.78 ±1.30
	30	7	7	5	7	9	
	31	7	9	5	7	9	
	32	9	9	9	9	9	
	33	7	7	5	8	8	
	34	7	9	5	6	7	
	35	7	9	9	7	8	
	36	9	9	9	7	8	
	37	9	9	7	8	9	
	38	8	9	9	8	9	
Recursos do Sistema	39	9	9	9	8	9	8.18 ±1.87
	40	9	9	9	8	9	
	41	9	9	9	8	9	
	42	9	7	9	7	5	
	43	9	9	9	5	9	
	44	7	1	1	5	8	
	45	7	9	9	8	9	
	46	9	9	9	9	9	
	47	9	9	9	9	9	
	48	9	9	9	9	9	
	49	9	9	9	9	9	
	50	9	8	9	8	9	
	51	9	1	9	7	9	

APÊNDICE C - Resultados dos questionários no teste de usabilidade do novo conceito

SUS

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Nota SUS	Média
U1	5	3	5	1	5	1	5	1	5	2	92.5	88.5±9.1
U2	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100.0	
U3	5	2	4	2	5	2	5	1	4	1	87.5	
U4	4	3	4	2	4	2	4	2	4	1	75.0	
U5	5	1	4	4	5	1	5	1	4	1	87.5	

QUIS

QUIS	Questão	Novo Conceito					Nota QUIS
	1	U1	U2	U3	U4	U5	
Geral	2	9	9	9	9	9	8.77 ± 0.50
	3	9	9	9	8	9	
	4	9	9	9	8	9	
	5	9	8	9	7	9	
	6	9	9	9	8	9	
	7	9	9	9	8	9	
Tela	8	9	8	9	8	9	8.65 ±0.52
	9	9	9	9	8	8	
	10	9	9	9	9	9	
	11	8	8	9	8	9	
	12	9	9	9	8	9	
	13	9	7	9	8	8	
	14	9	8	9	8	9	
	15	9	9	9	8	9	
	16	9	9	9	8	9	
	17	9	8	9	9	9	
	18	9	8	9	8	9	
Terminologia e Sistema de Informação	19	9	9	8	8	9	8.76 ±0.48
	20	9	9	9	7	9	
	21	9	8	9	9	8	
	22	9	9	9	9	9	
	23	9	8	9	8	9	
	24	9	9	9	9	9	
	25	9	9	9	9	9	
	26	9	9	9	8	9	
	27	9	9	9	8	9	
	28	9	8	9	8	9	

QUIS	Questão	Novo Conceito					Nota QUIS
		U1	U2	U3	U4	U5	
Aprendizagem	1						
	29	8	8	9	8	9	8.46 ±0.79
	30	9	9	9	8	7	
	31	9	9	9	6	9	
	32	9	9	9	7	9	
	33	9	9	8	9	7	
	34	8	9	9	7	9	
	35	7	8	9	7	8	
	36	9	8	9	8	8	
	37	9	9	9	8	9	
38	9	9	9	9	9		
Recursos do Sistema	39	9	9	9	8	9	8.34 ±1.64
	40	9	9	9	8	9	
	41	9	9	9	8	8	
	42	8	9	7	9	9	
	43	8	8	8	8	7	
	44	6	1	9	3	8	
	45	9	9	9	8	9	
	46	9	9	9	9	9	
	47	9	9	9	9	9	
	48	9	9	9	9	9	
	49	9	9	9	9	9	
	50	9	9	9	9	9	
	51	9	1	9	6	9	

ANEXO A – Questionário SUS

Questionário SUS

Nome:

01 - Eu acho que gostaria de usar essa incubadora com frequência.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

02 - Eu achei a incubadora demasiadamente complexa.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

03 - Eu achei a incubadora fácil de usar.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

04 - Eu achei que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimento técnico para usar a incubadora.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

05 - Eu achei que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

06 - Eu acho que a incubadora apresenta muita inconstância.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

07 - Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a usar esta incubadora facilmente.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

08 - Eu achei a incubadora confusa de usar.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

09 - Eu me senti confiante ao usar a incubadora.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

10 - Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar a incubadora.

1 2 3 4 5

Discordo Fortemente Concordo Fortemente

ANEXO B: Questionário QUIS

The Questionnaire for User Interaction Satisfaction – QUIS

O questionário a seguir faz parte da dissertação de mestrado do aluno Vinícius de Castro Segheto, do programa de pós-graduação em engenharia de produção (PPGEP) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), intitulado Utilização do Design Centrado no Usuário Para o Desenvolvimento de Melhorias em uma Incubadora Neonatal.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Aos que aceitarem participar desta pesquisa, informamos que os seus dados serão mantidos sob sigilo e somente os pesquisadores terão acesso a eles.

Em caso de eventuais dúvidas e necessidades de esclarecimento, independente da etapa da pesquisa, o participante terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa.

Aceitando participar da pesquisa não será cobrado absolutamente nada do participante/instituição, assim como não haverá quaisquer compensações financeiras relacionadas à sua participação.

Todos e quaisquer dados coletados por esta pesquisa serão utilizados única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, podendo os mesmos serem divulgados em congressos e revistas científicas, com o cuidado de sempre preservar o anonimato dos participantes.

Assinatura do Participante

I - Caracterização

1. **Nome:**

2. **Idade:**

3. **Sexo**

Marcar apenas uma oval.

Feminino

Masculino

4. **Nível de Escolaridade:**

5. **Se estuda, qual o nome da instituição?**

6. **Se trabalha, qual o nome da instituição?**

Se trabalha, qual o cargo e qual a função exercida?

7. Se trabalha, qual setor e a quanto tempo esta nele?

II - Impressões Como Utilizador

Obs.: Quando alguma das alternativa não se aplicar ao objeto de estudo, esta não deverá ser respondida.

8. Em geral, a incubadora é pra você?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Péssima	<input type="radio"/>	Excelente								

9. Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Frustrante	<input type="radio"/>	Satisfatória								

10. Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cansativa	<input type="radio"/>	Estimulante								

11. Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

12. Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Recursos Insuficientes	<input type="radio"/>	Recursos Suficientes								

13. Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Rígida	<input type="radio"/>	Flexível								

Tela

Obs.: Quando alguma das alternativa não se aplicar ao objeto de estudo, esta não deverá ser respondida.

14. A leitura dos caracteres na tela é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil de Ler	<input type="radio"/>	Fácil de Ler								

15. Imagens das Letras são

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Embaçadas	<input type="radio"/>	Nítidas								

16. As fontes (formato da letra) utilizadas são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pouco Legíveis	<input type="radio"/>	Muito Legíveis								

17. O contraste entre a cor de fundo e a cor das letras é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Péssimo	<input type="radio"/>	Excelente								

18. Áreas destacadas simplificam as tarefas:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inuteis	<input type="radio"/>	Úteis								

19. A sequência de telas é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusa	<input type="radio"/>	Clara								

20. A organização dos elementos na tela é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusa	<input type="radio"/>	Clara								

21. **A quantidade de informações utilizadas na tela é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inadequada	<input type="radio"/>	Adequada								

22. **A organização de informações na tela é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ilógica	<input type="radio"/>	Lógica								

23. **O retorno à tela anterior é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Impossível	<input type="radio"/>	Fácil								

24. **A realização das tarefas, de modo geral, é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusa	<input type="radio"/>	Clara								

Terminologia e Sistema Informação

Obs.: Quando alguma das alternativa não se aplicar ao objeto de estudo, esta não deverá ser respondida.

25. **O uso dos termos utilizado pelo sistema é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confuso	<input type="radio"/>	Claro								

26. **Em relação a atividade que você desempenha, os termos utilizados pelo sistemas são:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Totalmente Inadequados	<input type="radio"/>	Totalmente Adequados								

27. **A posição de mensagens na tela é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Péssima	<input type="radio"/>	Ótima								

28. As mensagens que aparecem na tela são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inúteis	<input type="radio"/>	Úteis								

29. As informações para realização das tarefas são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusas	<input type="radio"/>	Claras								

30. As mensagens de erro são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusas	<input type="radio"/>	Claras								

31. As mensagens de erro esclarecem o problema:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Totalmente Inúteis	<input type="radio"/>	Totalmente Úteis								

32. As informações para correção de erros são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inúteis	<input type="radio"/>	Úteis								

33. Os ícones utilizados pelo sistemas são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inadequados	<input type="radio"/>	Adequados								

34. A localização de onde clicar para realização das tarefas é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusa	<input type="radio"/>	Clara								

Aprendizagem

Obs.: Quando alguma das alternativa não se aplicar ao objeto de estudo, esta não deverá ser respondida.

35. Aprender a operar a incubadora é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

36. Iniciar a sua utilização é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

37. O tempo de aprendizado é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Longo	<input type="radio"/>	Curto								

38. Explorar funções do sistema por tentativa e erro é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Desencorajador	<input type="radio"/>	Encorajador								

39. Explorar novas funções é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

40. Descobrir novas funções é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Arriscado	<input type="radio"/>	Seguro								

41. Relembrar nomes e uso das funções é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

42. **Relembrar regras específicas sobre o uso é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

43. **As tarefas podem ser realizadas de maneira diretas:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nunca	<input type="radio"/>	Sempre								

44. **Número de etapas por tarefa é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Excessivo	<input type="radio"/>	Adequado								

45. **As etapas para completar a tarefa, seguem uma sequência lógica:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nunca	<input type="radio"/>	Sempre								

46. **A resposta do sistema ao completar uma sequência de etapas é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Confusa	<input type="radio"/>	Clara								

Recursos do Sistema

Obs.: Quando alguma das alternativa não se aplicar ao objeto de estudo, esta não deverá ser respondida.

47. **A velocidade de resposta do sistema é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Muito Lenta	<input type="radio"/>	Muito Rápida								

48. **A velocidade que a tela é atualizada com informações é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lenta	<input type="radio"/>	Rápida								

49. O sistema é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Não Confiável	<input type="radio"/>	Confiável								

50. O sistema tende a ser:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Barulhento	<input type="radio"/>	Silencioso								

51. Falhas no sistema acontecem:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Frequentemente	<input type="radio"/>	Nunca								

52. O sistema alerta para eventuais falhas:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sempre	<input type="radio"/>	Nunca								

53. Se for preciso desfazer uma tarefa é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Difícil	<input type="radio"/>	Fácil								

54. Os alertas sonoros apresentados pelo sistema são:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inúteis	<input type="radio"/>	Úteis								

55. Ao ser emitido, o alerta sonoro é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inaudível	<input type="radio"/>	Audível								

56. **Ao ser emitido, o alerta sonoro é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Irregular	<input type="radio"/>	Contínuo								

57. **Ao ser emitido, o alerta sonoro é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Distorcido	<input type="radio"/>	Claro								

58. **A quantidade de cores disponíveis no visor é:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inadequada	<input type="radio"/>	Adequada								

59. **A facilidade em operar o sistema depende do seu nível de experiência:**

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nunca	<input type="radio"/>	Sempre								