

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Projeto Integrador II

Berço Tecnológico

Baby on Board
Orientador: Alex Reis, Paulo Meirelles, Rhander Vianna e
Sebastien Rondineau.

Brasília, DF
2017



Ariana Flores, Brenda Tagna, David Souza, Douglas Alves, Felipe César, Guilherme Mattos, Jonathan Paiva, Laura Martins, Lorena Marques, Luan Noletô, Luiza Santos, Matheus Melo, Renan Araújo.

Berço Tecnológico

Relatório técnico submetido à disciplina de Projeto Integrador 2, com participação dos cursos de Engenharia do Campus Gama, da Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Alex Reis, Paulo Meirelles, Rhander Vianna e Sebastien Rondineau.

Brasília, DF

2017

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama de causa e efeito - fishbone.	9
Figura 2 – Organização da equipe.	12
Figura 3 – Estrutura analítica do projeto.	15
Figura 4 – Cronograma.	16
Figura 5 – Mecanismo de movimento do berço.	21
Figura 6 – Esboço preliminar feito a mão	23
Figura 7 – Vistas geométricas do berço	24
Figura 8 – Vista isométrica	24
Figura 9 – Comparação de motores Fonte: (BRITES FELIPE G.; SANTOS, 2008)	25
Figura 10 – Fluxo do funcionamento do Sistema. Fonte: do Autor.	27
Figura 11 – Sensor de temperatura mlx90614.	28
Figura 12 – Onda do PPG em parte do corpo. Linha vermelha representa o lado esquerdo do corpo e a linha azul o lado direito (PONT; PEREIRA, 2016).	29
Figura 13 – Relação de absorção da hemoglobina oxigenada (traçado cheio) e hemo- globina não oxigenada (traçado pontilhado) e o comprimento de onda (nm) (PONT; PEREIRA, 2016).	30
Figura 14 – Modulo Câmera Raspberry Pi 5mp Sunny P5v04a.	31
Figura 15 – Microfone Usb Exbom Umic-M10	31
Figura 16 – Raspbery Pi 3 model B (RASPBerry-PI-3-MODEL-B,).	32
Figura 17 – LaunchPad MSP430 G2553.	33
Figura 18 – Diagrama ilustrativo da comunicação entre as partes do sistema.	34

Lista de tabelas

Tabela 1 – Análise de Risco - Software	38
Tabela 2 – Análise de Risco - Energia	39
Tabela 3 – Análise de Risco - Eletrônica	39
Tabela 4 – Análise de Risco - Estrutura	40
Tabela 5 – Custos- Estrutura	41
Tabela 6 – Custos-Energia	41
Tabela 7 – Custos-Eletrônica	42
Tabela 8 – Custos-Software	42

Lista de abreviaturas e siglas

SMSL	Síndrome da Morte Súbita do Lactante
------	--------------------------------------

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Contexto	7
1.2	Problema	8
1.3	Justificativa	9
1.4	Objetivo	9
1.4.1	Geral	9
1.4.2	Específicos	10
1.5	Stakeholders	10
1.5.1	Cliente	10
1.5.2	Equipe do Projeto	10
1.5.3	Membros Docentes	10
1.6	Escopo	11
1.7	Descrição do Projeto	11
2	METODOLOGIA	12
2.1	Organização da Equipe	12
2.2	Responsabilidades	13
2.3	Gerenciamento do Projeto	13
2.3.1	Organização do Projeto	13
2.3.2	Cronograma	15
2.3.3	Comunicação	17
2.4	Riscos	17
2.5	Custos	17
3	REQUISITOS	18
3.1	Requisitos do Sistema	18
3.2	Requisitos dos sub sistemas	18
3.2.1	Requisitos de Estruturas	18
3.2.2	Requisitos de Energia	18
3.2.3	Requisitos de Eletrônica	19
3.2.4	Requisitos de Software	19
3.3	Premissas e Restrições	20
4	SOLUÇÃO	21
4.1	Solução Geral	21
4.2	Solução Estrutura	21

4.3	Solução Energia	24
4.3.1	Alimentação	24
4.3.2	Motores	25
4.4	Solução Eletrônica	25
4.4.1	Módulo de Aquisição	26
4.4.2	Módulo Embarcado	26
4.4.3	Integração entre os sistemas	26
4.4.4	Tecnologias Utilizadas	27
4.4.4.1	Aquisição de temperatura	27
4.4.4.2	Aquisição da frequência respiratória	28
4.4.4.3	Aquisição dos batimentos cardíacos	29
4.4.4.4	Aquisição de vídeo e áudio	30
4.4.4.5	Sistema embarcado	32
4.5	Solução Software	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICES	37
	APÊNDICE A – PRIMEIRO APÊNDICE	38
	APÊNDICE B – SEGUNDO APÊNDICE	41
	ANEXOS	43
	ANEXO A – TABELA - AUTO AVALIAÇÃO E CONTRIBUIÇÕES	44

1 Introdução

Diante da revolução tecnológica em que estamos inseridos, a participação de objetos inteligentes no cotidiano é cada vez mais comum e desejada. A facilidade e simplificação das atividades rotineiras que os dispositivos e aplicativos tecnológicos oferecem trazem mudanças no modo de viver e de pensar das pessoas.

E é buscando praticidade que o uso de dispositivos e aplicativos para acesso a serviços, informações, organização pessoal, realização de tarefas complexas e simples tem sido crescente. Acompanhando o ritmo das tecnologias contemporâneas, a popularização de sistemas de monitoramento de bebês é crescente e tem conquistado o público de pais inexperientes e muito cautelosos.

Uma criança recém-nascida precisa de muitos cuidados e costuma mudar toda a rotina dos pais com ciclos de sono descontínuos, poucos intervalos entre os horários de alimentação e troca de fralda, bem como um organismo ainda em desenvolvimento e por isso muito frágil. Com a necessidade de vigília, aparelhos como as babás eletrônicas, chupetas termômetros, sensores de respiração e outras tecnologias de monitoramento de bebês tem sido aprimoradas e ganhado espaço no mercado.

Seguindo a mesma filosofia de cooperação nas tarefas do dia a dia dos pais, o berço tecnológico Baby on Board traz como possibilidade uma ferramenta auxiliar de observação remota do bebê, sendo um sistema que transmite vídeo e áudio do berço, captura sinais vitais do indivíduo – temperatura, frequência cardíaca e respiratória, e balança o berço pelo comando dos pais no smart phone.

1.1 Contexto

Quando o ser humano nasce seu organismo não está totalmente desenvolvido, e portanto é necessário cuidado especial dos pais com os bebês em seus primeiros meses de vida. A criança começa a se adaptar a um ambiente muito diferente do uterino, e por isso seus horários de sono, alimentação e excreções não são coerentes com os dos pais. Para ajudar no cuidado dos bebês durante a execução de alguma tarefa rápida dentro da casa o berço tecnológico traz a possibilidade de monitoramento do bebê com imagens e som pelo celular.

O sono do recém-nascido também precisa de bastante atenção (GEIB; NUNES, 2006) uma vez que a Síndrome da Morte Súbita do Lactante (SMSL) costuma ocorrer durante o sono, devido a apneias causadas por diversos fatores. As falhas na respiração da criança quando ela está dormindo deve-se ao fato de que o controle respiratório é feito pelo

sistema nervoso central que ainda não está totalmente desenvolvido após o nascimento. As causas da síndrome ainda estão sendo estudadas, porém alguns agravantes da SMSL são conhecidos, como a posição em que a criança dorme, lençóis ou travesseiros no berço que podem sufocá-la, exposição à fumaça de cigarro, e também a temperatura corporal, uma vez que foi observado que em temperaturas elevadas há mais chance de apneia nos bebês (FRANCO et al., 2001). Diante dessa problemática, o Baby on Board utiliza a tecnologia como forma de cooperação com a diligência dos pais a captura de sinais vitais, como a temperatura, batimentos cardíacos e frequência respiratória com o objetivo de diminuir a possibilidade de ocorrência da SMSL.

1.2 Problema

A preocupação de um pai é constante, mesmo enquanto seu bebê dorme. A maior preocupação de um pai é quando ele precisa se afastar do bebê por um momento, seja para ir à cozinha e preparar a mamadeira, seja para atender à porta. Essa constante preocupação atrapalha a qualidade do sono, refeições e os pequenos afazeres do dia-a-dia. Mas a preocupação não é só se seu bebê chora, mas se ele está realmente bem, se sua temperatura está estável, se sua respiração está normal e seu batimento está dentro do normal. Esses sinais vitais são essenciais, pois o sistema nervoso e respiratório do bebê ainda está em desenvolvimento e isso pode trazer riscos, como por exemplo, a síndrome da morte súbita, um problema silencioso e ainda misterioso para os médicos, pois ainda não se sabe o exato motivo de porquê ocorre. Então monitorar os sinais vitais do infante pode trazer tranquilidade aos pais e aumentar as chances de sobrevivência se algum problema ocorrer.

Há problemas que são extremamente preocupantes, mas também há os mais comuns, como tranquilizar o bebê para adormecê-lo. Um método possível é ninar manualmente o bebê, pegando-o no colo e balançando até que adormeça. Este processo precisa ser repetido diversas vezes por dia, logo, um sistema que auxilie essas tarefas seria de grande valia.

Abaixo é apresentado o Fishbone do projeto onde é destacado as possíveis causas geradas pelo problema atacado:

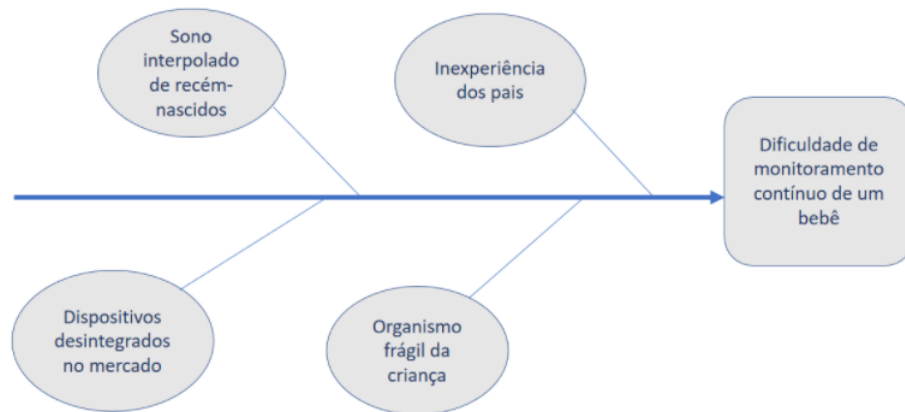


Figura 1 – Diagrama de causa e efeito - fishbone.

1.3 Justificativa

O projeto que irá ser desenvolvido pelas cinco áreas de engenharia da Faculdade Unb Gama, sendo estas: engenharia eletrônica, engenharia de software, engenharia automotiva, engenharia aeroespacial e engenharia de energia, tem como intuito criar um berço completo com monitoramento dos sinais vitais, babá eletrônica acoplada e movimentos para ninar, para auxiliar os pais que se preocupam constantemente durante a fase de maior incidência da SMSL, dos 0 a 12 meses. Desta forma é esperado que a qualidade de vida desses pais melhore, que a preocupação dos pais diminua e, sobretudo, que seja possível identificar anormalidades nos sinais vitais do bebê rapidamente, aumentando as chances de salvá-lo em casos extremos.

Atualmente não existe um berço similar, que acople todas as funcionalidades que o projeto oferece, no mercado só há produtos de monitoramento, berços e babás eletrônicas avulsas, e o custo total para a compra de cada um separadamente é grande, então o custo do produto em desenvolvimento seria mais acessível do que o conjunto de produtos com cada funcionalidade disponível no mercado.

1.4 Objetivo

1.4.1 Geral

Tem-se como objetivo a construção de um berço tecnológico capaz de realizar movimentos em sua estrutura, aferir sinais vitais de um bebê recém-nascido e capturar dados de vídeo em tempo real, de modo remoto. Ainda, objetiva-se o monitoramento remoto de qualquer bebê colocado no berço, com intuito de alertar e notificar os pais

sobre qualquer anormalidade.

1.4.2 Específicos

- Adaptar a estrutura de um berço para a realização de movimentos;
- Identificar e condicionar a melhor técnica para processamento de sinais do usuário;
- Desenvolver um sistema embarcado robusto para processar e transmitir os dados capturados do usuário;
- Desenvolver uma plataforma para visualização dos dados capturados do usuário;
- Desenvolver mecanismos de alerta para situações críticas;
- Desenvolver e dimensionar o sistema de controle e movimentação do berço;
- Desenvolver e dimensionar um sistema de alimentação.

1.5 Stakeholders

1.5.1 Cliente

Pais que gostariam de melhorar sua qualidade de vida sem prejudicar a quantidade de atenção dada ao bebê.

1.5.2 Equipe do Projeto

Membros do projeto que possuem a responsabilidade de gerência da equipe nos aspectos relacionados ao planejamento, monitoramento e tomada de decisões para o aperfeiçoamento do produto, assim como os membros da equipe que possuem as atribuições de desenvolvimento de sistemas funcionais e documentação necessárias para a finalização do produto. São estes: Arianne Alves, Brenda Tagna, David Souza, Douglas Alves, Felipe César, Guilherme Mattos, Jonathan Rufino, Laura Martins, Lorena Karolinny, Luan de Oliveira, Luiza Santos, Matheus Melo, Renan Henrique.

1.5.3 Membros Docentes

Professores da Universidade de Brasília que ministram a disciplina de Projeto Integrador 2 do segundo semestre de 2017 que têm como atribuição monitorar e avaliar o desenvolvimento do projeto e seu produto final. São estes: Alex Reis, Rhander Vianna, Sebastien Rondineau e Paulo Meirelles.

1.6 Escopo

A solução do projeto será a construção de um berço tecnológico para auxiliar os pais no monitoramento de bebês recém-nascidos; o projeto deverá monitorar 3 sinais vitais do recém-nascido, ser capaz de realizar 3 tipos de movimento em sua estrutura e transmitir sinais de vídeo e áudio. Estas informações estarão disponíveis para uma plataforma mobile, de modo a aferição dos sinais vitais estarão disponíveis; o acionamento dos movimentos será selecionado pelo aplicativo. Além disso, o projeto deverá transmitir sinal de vídeo para aplicativo e enviar alertas quando o recém-nascido começar a chorar e quando o sistema estiver indisponível. O escopo será esclarecido de modo mais detalhado na parte de requisitos, item 3 deste documento.

1.7 Descrição do Projeto

Para uma visão mais nítida do projeto, implementou-se a atividade no modelo 5W2H descrita abaixo:

- What: Sistema de monitoramento composto por subsistemas de estrutura para movimentação do berço, monitoramento de sinais vitais e sistema de alerta e visualização do estado do usuário através de uma plataforma para celular.
- Why: Para monitorar o estado de um recém-nascido e enviar as respostas obtidas pelos sensores para a plataforma de celular de seus respectivos pais.
- Where: Para residências que tenham conexão wireless com a internet.
- When: No segundo semestre de 2017.
- How: Através do auxílio dos docentes da disciplina e pelo conhecimento adquirido pelos discentes.
- How much: Cerca de R\$ 2.000,00.

2 Metodologia

2.1 Organização da Equipe

Tendo em vista que a equipe é composta por subgrupos de diversas engenharias, durante o intervalo entre cada um dos pontos de controles serão escolhidos 1 representante para cada engenharia bem como 1 representante para o grupo. No entanto os representantes serão alterados após a apresentação do ponto de controle.

Os representantes são responsáveis por manter a comunicação entre os subgrupos, além de, quando necessário, entrar em contato com os professores da disciplina para validar e/ou aprovar as soluções propostas ou tirar dúvidas. Também serão realizadas duas reuniões semanais que compreendem o horário de aula da disciplina de PI2. Essas reuniões serão utilizadas para acompanhamento do projeto, discussão dos problemas e/ou soluções, replanejamento caso necessário, e alinhamento da equipe.

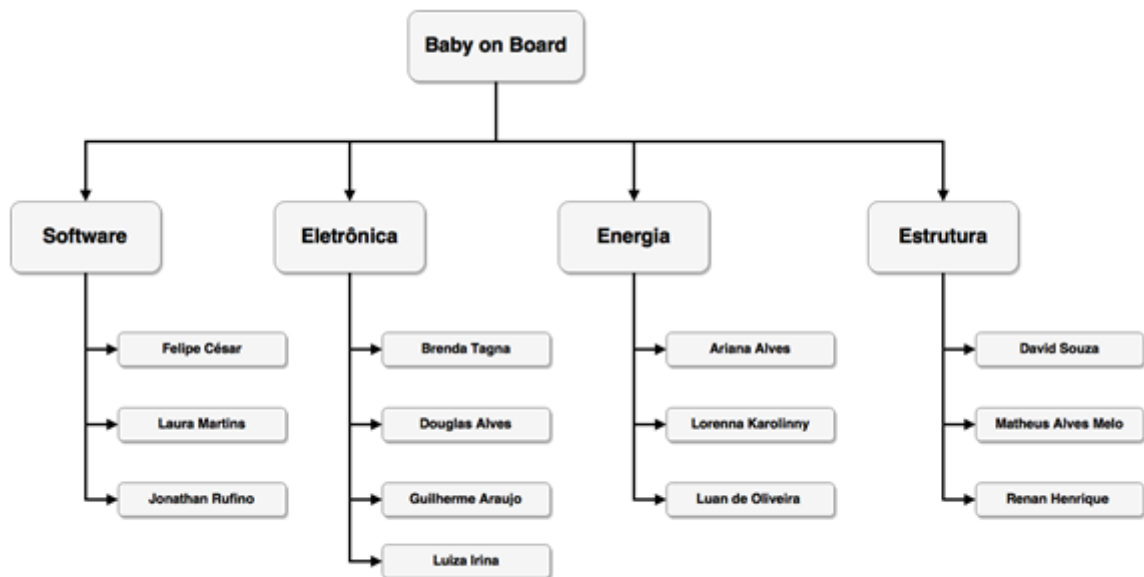


Figura 2 – Organização da equipe.

Para manutenção da assiduidade e supervisionamento das tarefas foram escolhidos gerentes dentro de cada área, além de um gestor geral que têm o papel de manter as atividades em desenvolvimento de acordo com o planejamento, e também um gestor de finanças, cuja responsabilidade é organizar as contribuições financeiras dos integrantes e aprovar o pagamento de compras necessárias.

- Gestor Geral: Lorena Karolinny Araujo Marques

- Gestor de finanças: Arianne Alves Barbosa Flores
- Gestor de Software: Jonathan Nogueira Rufino Batista Paiva
- Gestor de Eletrônica: Luiza Irina Lima dos Santos
- Gestor de Energia: Luan de Oliveira Nolêto
- Gestor de Estruturas: Matheus Alves Melo

2.2 Responsabilidades

As responsabilidades de cada subsistema foram definidas com o objetivo de deixar para cada equipe, de acordo com a sua área, uma parte do projeto total da seguinte maneira:

- Software: Planejar e desenvolver o aplicativo de monitoramento do berço e a interface entre o sistema do berço e o usuário.
- Eletrônica: Projetar os circuitos de sensoramento, tratar devidamente os sinais para envio de dados a serem monitorados.
- Energia: Dimensionar motores para o movimento do sistema com auxílio de driver para comando.
- Estrutura: Dimensionar, projetar(desenhar), simular e construir a estrutura do berço capaz de se movimentar de maneira independente.

2.3 Gerenciamento do Projeto

2.3.1 Organização do Projeto

Tendo em vista a diversidade das áreas envolvidas no desenvolvimento deste projeto, a equipe optou por seguir as práticas sugeridas no PMBOK. Serão usadas como fases do projeto uma adaptação das fases sugeridas pelo Guia, onde a fase de acompanhamento será feita paralelamente às de planejamento, execução e integração, tendo esta sido adicionada para este projeto ([GUIA PMBOK 5a. ed., 2013](#)). Entretanto, a subárea de Software usará uma metodologia ágil para suas tarefas internas que independe da metodologia adotada para gerenciar o projeto como um todo.

Como o projeto será desenvolvido dentro da disciplina de Projeto Integrador 2, o qual conta com 3 pontos de controle, a organização do projeto foi elaborada com base nos três marcos citados.

Para o primeiro ponto de controle serão executadas as etapas de Iniciação e Planejamento do projeto. Esta etapa tem como objetivo o estabelecimento de uma visão geral pela equipe do projeto, além da definição do escopo e entendimento do contexto. Já a fase de Planejamento objetiva a organização do projeto ao longo do período de execução do projeto com definição de atividades, responsáveis e possíveis entregas, sejam elas produtos ou relatórios.

Já o segundo ponto de controle contempla a fase de Execução onde todos os subsistemas planejados inicialmente serão desenvolvidos e testados para garantir o seu total funcionamento de acordo com as necessidades do projeto.

Por fim, o terceiro ponto de controle engloba a fase de Integração e Encerramento do projeto, onde todos os subsistemas serão integrados a fim de gerar o produto final pretendido.

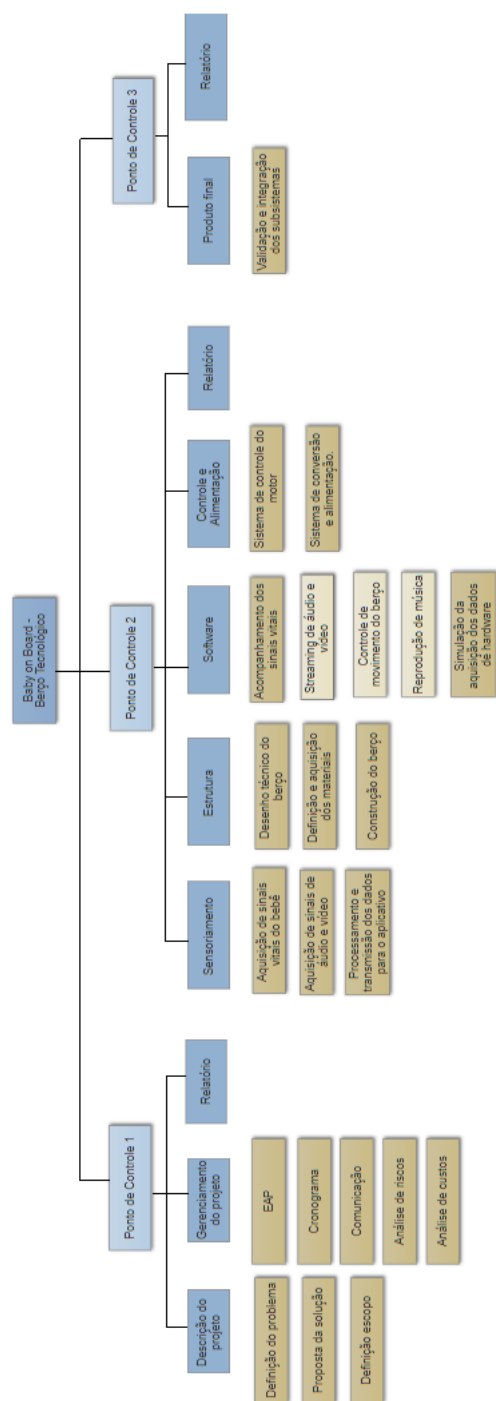


Figura 3 – Estrutura analítica do projeto.

2.3.2 Cronograma

Para garantir o bom andamento do projeto, um cronograma de atividades foi desenvolvido tendo como objetivo permitir o acompanhamento pela equipe do andamento do trabalho como um todo.

O cronograma reflete as fases do projeto, sendo cada uma composta de tarefas com datas de início e fim e uma ou mais sub-área responsável. O gerente de cada sub-área é

responsável por alocar os recursos humanos para cada tarefa.

Fase Tarefa	Início	Fim	Sub-área responsável
Iniciação	18/08/2017	18/08/2017	Todas
Definir projeto	18/08/2017	18/08/2017	Todas
Definir Solução	18/08/2017	18/08/2017	Todas
Planejamento	18/08/2017	28/08/2017	Todas
Definir funcionalidades do sistema	18/08/2017	23/08/2017	Software
Definir requisitos do sistema	18/08/2017	23/08/2017	Software
Definir requisitos de energia	18/08/2017	25/08/2017	Energia
Definir requisitos de sensoriamento	18/08/2017	25/08/2017	Eletrônica
Definir requisitos de estrutura	18/08/2017	25/08/2017	Estrutura
Pesquisar soluções de energia	18/08/2017	25/08/2017	Energia
Pesquisar soluções de hardware e componentes	18/08/2017	27/08/2017	Eletrônica
Pesquisar motores	18/08/2017	27/08/2017	Energia
Definir Tecnologias	23/08/2017	23/08/2017	Software
Estudo inicial sobre viabilidade técnica e financeira	23/08/2017	25/08/2017	Software
Levantar material necessário para a solução de energia	23/08/2017	25/08/2017	Energia
Definir sistema de alimentação	23/08/2017	25/08/2017	Energia
Desenvolver protótipo básico	25/08/2017	27/08/2017	Software
Identificar riscos para o projeto	25/08/2017	27/08/2017	Todas
Redigir plano de abertura do projeto	25/08/2017	28/08/2017	Todas
Detalhar e definir os sistemas mecânicos	25/08/2017	26/08/2017	Estrutura
Criar os desenhos técnicos dos sistemas mecânicos	26/08/2017	27/08/2017	Estrutura
Execução	29/08/2017	03/11/2017	Todas
Desenvolver protótipo funcional	29/09/2017	01/09/2017	Software
Desenvolver produto estrutural em CAD	01/09/2017	20/09/2017	Estrutura
Dimensionar motores	01/09/2017	06/09/2017	Energia
Definir arquitetura do sistema	01/09/2017	08/09/2017	Software
Adquirir componentes eletrônicos	01/09/2017	10/09/2017	Eletrônica
Modelar e realizar cálculos matemáticos da solução de energia	01/09/2017	10/09/2017	Energia
Simular e testar solução de energia	01/09/2017	10/09/2017	Energia
Adquirir materiais necessários para a solução de energia	01/09/2017	13/09/2017	Energia
Montar sensores de sinais vitais e temperatura	01/09/2017	14/09/2017	Eletrônica
Construir componentes da solução de energia	06/09/2017	22/09/2017	Energia
Desenvolver funcionalidades	08/09/2017	18/10/2017	Software
Testar funcionalidades - Simulação	08/09/2017	25/10/2017	Software
Refatorar o código	08/09/2017	25/10/2017	Software
Capturar e enviar sinais de vídeo	14/09/2017	21/09/2017	Eletrônica
Testar circuitos	14/09/2017	28/09/2017	Eletrônica
Testar tratamento de dados	14/09/2017	28/09/2017	Eletrônica
Analisar as propriedades mecânicas da estrutura (Ansys)	20/09/2017	01/10/2017	Estrutura
Capturar, enviar e tratar sinais de áudio	21/09/2017	05/10/2017	Eletrônica
Integrar motores e drivers	22/09/2017	27/10/2017	Energia
Confeccionar estrutura do produto	01/10/2017	03/11/2017	Estrutura
Tratamento de dados dos sensores para leitura pelo sistema	05/10/2017	25/10/2017	Eletrônica
Testar passagem de dados para o sistema	25/10/2017	03/11/2017	Eletrônica
Redigir relatório Ponto de Controle 2	25/10/2017	03/11/2017	Todas
Integração	04/11/2017	01/12/2017	Todas
Integrar todos os subsistemas	04/11/2017	15/11/2017	Todas
Testar o sistema integrado	15/11/2017	24/11/2017	Software
Testar sensores	15/11/2017	25/11/2017	Eletrônica
Simular o uso do produto	25/11/2017	28/11/2017	Eletrônica
Testar o produto integrado	25/11/2017	01/12/2017	Estrutura e Energia
Encerramento	24/11/2017	01/12/2017	Todas
Redigir relatório de encerramento do projeto	24/11/2017	01/12/2017	Todas

Figura 4 – Cronograma.

2.3.3 Comunicação

Tendo em vista que para a obtenção do sucesso de um projeto interdisciplinar, a boa comunicação e a gestão de artefatos são fundamentais. Para tanto, foram estabelecidos meios oficiais de comunicação, pelos quais todos os integrantes têm a responsabilidade de checar em intervalos regulares conforme a necessidade. Também foram selecionadas ferramentas auxiliares para organização do projeto, tais como repositórios de arquivo, controle de versão, ferramentas de comunicação auxiliar, gerenciadores de atividades.

Ferramentas de comunicação:

- Slack
- Whatsapp

Ferramentas Auxiliares:

- Google Drive
- Github
- Softwares de Office - (Microsoft Office, Google Docs, iWork)
- Trello
- Serviços de E-Mail (Em sua maioria Gmail)

2.4 Riscos

Uma análise dos possíveis riscos que podem afetar o sucesso do projeto foi realizada com o intuito de definir ações estratégica caso algum dos riscos aconteça. Dessa forma, todos os riscos inicialmente identificados foram descritos, categorizados, e uma ou mais ações estratégicas foram definidas para amenizar ao máximo o impacto que o risco em questão possa causar ao desenvolvimento do projeto. As tabelas referentes à essa análise se encontram no primeiro apêndice do documento.

2.5 Custos

Com o propósito de estimar o custo total do projeto e ter um controle dos componentes necessários para o desenvolvimento do mesmo, foi definido pelo grupo que cada um contribuirá com um valor fixo semanalmente. Assim, um integrante ficou responsável por arrecadar o dinheiro e passar aos demais quando necessário para aquisição de algum componente. O valor semanal pode ser flexível de acordo com as necessidades. As tabelas que apresentam as estimativas de custos do projeto se encontram no segundo apêndice do documento.

3 Requisitos

3.1 Requisitos do Sistema

Analisando as necessidades e expectativas a respeito do berço, o sistema do Baby on Board, visa atender aos requisitos gerais de balanço do berço e monitoramento do bebê. Este balanço e monitoramento devem cumprir requisitos específicos que devem estar presentes no produto final.

3.2 Requisitos dos sub sistemas

3.2.1 Requisitos de Estruturas

- O leito da criança deve apresentar três movimentos: 2 de translação (vertical e horizontal), e 1 de rotação;
- A estrutura deve ser rígida, ou seja suportar todas as solicitações mecânicas não sofrendo deformação plástica;
- Possuir ergonomia tanto para a criança ao usar o leito como para os pais para manusear a criança ou mover o berço;
- Garantir segurança para o bebê por meio de dispositivos estruturais que não deixem ele sair do berço, como também o berço não virar ou se desfazer;
- Fornecer um produto que possua boa instalação, montagem e regulagem; Fornecer um plano de manutenção e operação do berço ao cliente.

3.2.2 Requisitos de Energia

- O sistema deve conter motores que produzirão os movimentos desejados para os diferentes níveis de balanço do berço;
- O sistema deve conter drivers que atuarão no controle dos movimentos realizados pelos motores;
- Possuir uma fonte de alimentação para os componentes do sistema;
- O sistema deve conter um circuito abaixador de tensão.

3.2.3 Requisitos de Eletrônica

- O berço fará aquisição dos seguintes sinais vitais do bebê, de maneira menos invasiva possível:
 - Sinal de respiração
 - Frequência cardíaca
 - Temperatura
- O sistema deverá ser capaz de processar os sinais e transmitir dados interpretados para o aplicativo para monitoramento do estado da criança;
- O sistema deve capturar os sinais de áudio e vídeo e enviar para o aplicativo dos pais em tempo real, como uma babá eletrônica;
- O sistema deve detectar o choro pelo microfone e enviar um alarme para o aplicativo.

3.2.4 Requisitos de Software

- Monitoramento remoto por um dispositivo conectado ao berço, onde o berço precisa estar conectado à mesma rede que o dispositivo;
- O sistema deve mostrar os sinais vitais do bebê quando este estiver no berço;
- O sistema deve manter um registro mensal dos sinais vitais do bebê e dispô-los em forma de gráficos ao usuário;
- O sistema deve alertar o supervisor caso algum sinal vital apresente uma anormalidade;
- O sistema deve informar o supervisor em caso de perda de conexão com o berço;
- O sistema deve apresentar o vídeo e áudio do berço;
- O sistema deve possibilitar a escolha do padrão de movimento do berço;
- O sistema deve enviar ao berço comandos de movimento;
- O tempo máximo de delay para vídeo e áudio deve ser de 10 segundos;
- O tempo máximo de delay para a execução dos comandos pelo berço é de 5 segundos.

3.3 Premissas e Restrições

As premissas são hipóteses tomadas como verdadeiras para fins de planejamento do projeto. Parte-se do princípio que ao adquirir o Baby on Board:

- O local terá tomadas instaladas, para alimentação do sistema;
- Ambiente deve possuir rede Wifi para conexão do Baby on Board ao aplicativo no dispositivo móvel.
- Baby on Board e dispositivo móvel precisam estar conectados na mesma rede Wifi.
- Os pais terão celular compatível com o sistema de operação do aplicativo.
- No momento em que os pais recebem alerta pelo aplicativo, seja por falta de conexão ou a constatação de algum problema com a criança, estes devem tomar a atitude de verificar pessoalmente a situação deste.
- Baby on board é um dispositivo de auxílio aos pais e não substitui a atenção necessária que os pais devem prestar à criança.

As restrições são limitações impostas ao projeto e ou equipe, referente a fatores internos e externos. Normalmente são requisitos obrigatórios que podem afetar o desempenho da equipe no projeto:

- Orçamento do projeto referente ao total que a equipe está disposta a colaborar;
- Disponibilidade dos integrantes da equipe;
- Datas impostas para conclusão de fases do projeto.
- Falta de energia ou queda da conexão wireless com a internet impossibilita a aquisição e a transmissão de dados adquiridos pelos sensores.

4 Solução

4.1 Solução Geral

O projeto do berço tem como a proposta trazer inovações tecnológicas de forma que traga maior conforto e segurança ao bebê durante o sono, assim trazendo mais confiança e despreocupação aos pais. No que tange a preocupação sobre a saúde do bebê, haverá sensores que irão monitorar os sinais vitais e fazer a comunicação com os pais o que auxilia principalmente em situações emergências nas quais a demora ao atendimento pode levar a sérias consequências principalmente nos primeiros meses de vida. Sobre o aspecto de melhorar o sono do bebê trouxe a solução de movimentos no leito que simulem o balanço.

4.2 Solução Estrutura

A solução estrutural, tem como principal inovação o movimento do leito fazendo ação semelhante ao de ‘ninar’ o que auxilia o bebê adormecer. A princípio serão considerados três movimentos, dois de translação e um de vibração. O berço será confeccionado de madeira, com objetivo de transmitir sensação de conforto agregando valor estético ao produto, ponto considerado importante para interação do cliente com produto de acordo com [Pressman e Maxim \(2016\)](#), um exemplo de berços que utilizam essa estratégia de negócio é ilustrado na figura 5.



Figura 5 – Mecanismo de movimento do berço.

Para compreender melhor a inovação tecnológica do movimento do leito no berço, foi feito o croqui que facilita o entendimento e a rápida visualização do projeto como todo. O croqui possui duas vistas ortográficas. Ainda que esteja incompleto em termos dos detalhes necessários para fabricação, o croqui de engenharia contém as informações suficientes para permitir o desenvolvimento de um modelo de engenharia para projeto e análise

[Norton \(2013\)](#). Assim contém as informações fundamentais, mesmo que aproximadas, de dimensões, algumas hipóteses de materiais e dados pertinentes para seu funcionamento que sejam necessários para análise posterior, nisso está representado na figura 6.

Com avançar do projeto o produto será projetado na ferramenta CAD - desenho assistido computacionalmente, o que facilita a realização dos desenhos técnicos para fabricação, visualização do produto nas dimensões corretas, aplicação de material e observar pontos a serem melhorados nos problemas de dificuldade no processo de fabricação como também a junção dos componentes. Assim iniciou se o trabalho computacionalmente do projeto, ilustrado na figura 7 com as vistas ortográficas e isométrica na figura 8.

Serão posicionados três motores para a realização dos movimentos com jogo de engrenagens para poder diminuir a potência necessária. Um dos fatores a serem agregados a solução estrutural é o sistema de eixos, mancais e rolamentos fornecerem níveis de ruídos baixos que não atrapalhem o sono do bebê como também diminuir a vibração do sistema. Esse acoplamento será feito no espaço delimitado entre a plataforma superior e inferior do leito, os itens 11 e 6 do croqui na figura 6. O movimento de translação será feito pelo item 2 do croqui na figura 6 nomeado como suporte para balanço interno, no qual conterà um mancal com rolamento e nele será inserido o eixo e assim conectado no motor, transferindo o movimento para o leito contido no berço interno. Já o outro movimento de translação será o componente de número 9 do croqui na figura 6, nomeado como suporte para balanço externo no qual da mesma forma irá transferir o movimento do eixo do segundo motor para o leito do berço interno.

Outro fator considerado no projeto é a ergonomia tanto do bebê no leito como dos pais ao manusearem. Para isso fez se um estudo estatístico dos percentis dos bebês na faixa etária como também dos pais. Acrescenta-se a isso à segurança garantida pela integridade mecânica dos componentes pois serão feitas simulações estruturais em plataforma CAE - engenharia assistida computacionalmente onde será definido o cálculo dos movimentos, forças e mudanças de energia e a interação entre esses fatores de modo a determinar as dimensões, as formas e os materiais necessários para cada uma das peças que integram a máquina. ([NORTON, 2013](#))

No que tange ao funcionamento do produto, será confeccionado um manual para o usuário contemplando o modo de instalação, uso e manutenção. Pois o projeto de máquinas mecânicas trata da criação de uma máquina que funcione bem, com segurança e confiabilidade, de acordo com ([NORTON, 2013](#)).

Figura 6 – Esboço preliminar feito a mão



Figura 7 – Vistas geométricas do berço



Figura 8 – Vista isométrica

4.3 Solução Energia

O sistema de energia tem por objetivo garantir a alimentação de todo o sistema, como também garantir que os motores movimentem o berço com suavidade.

4.3.1 Alimentação

Como o projeto não envolve uma máquina autônoma e tem o objetivo de fazer o bebê dormir com um tempo pré-definido, isso implica diretamente na escolha da fonte

energética do sistema. Tendo em mente, que o berço sempre estará posicionado dentro de um cômodo na casa, onde possui tomadas disponíveis, a alimentação será através da rede de energia elétrica. Levando em consideração que os componentes trabalham com uma faixa de tensão, o sistema de alimentação será composto pela montagem de um driver de controle do motor acoplado a um circuito que irá realizar a conversão da alta tensão da rede elétrica para baixa tensão em corrente contínua.

4.3.2 Motores

A movimentação do berço dependerá dos motores, no qual foram escolhidos motores de passo, esses motores deverão ser capazes de movimentar a estrutura do berço com a presença do bebê, garantindo um torque suave. Os controles de tais motores serão realizados por circuitos driver. Os motores de passo são dispositivos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos, deslocando variações angulares definidas a cada pulso recebido pelo driver controlador. Este tipo de motor é utilizado para obtenção de movimentos precisos, sendo possível controlar a angulação de rotação, velocidade, posição e sincronismo. (BRITES FELIPE G.; SANTOS, 2008).

	Motor de Corrente Contínua	Motor de Passo	Servo-Motor
Velocidade ¹	Alta	Baixa	Média
Torque ²	Zero/Alto	Alto/Médio	Baixo/Alto
Facilidade de controle ³	Fácil	Média	Complexo
Precisão ⁴	Nenhuma	Alta	Muito Alta
Durabilidade ⁵	Média	Ótima	Média
Requer Manutenção? ⁶	Sim	Não	Sim

Figura 9 – Comparação de motores Fonte: (BRITES FELIPE G.; SANTOS, 2008)

Fazendo a comparação entre os diferentes tipos de motor, temos que o motor mais recomendado para o referente projeto é o motor de passos, visto que o berço trabalhará a baixas velocidades, ele possibilita o controle dos movimentos com mais precisão, e por mais que possua torque médio a alto é possível controlar essa intensidade pelo driver, alcançando assim o objetivo de um movimento suave e preciso para o balanço do berço.

4.4 Solução Eletrônica

Este subsistema tem como objetivo a obtenção de sinais do recém-nascido, por meios não-invasivos, o processamento adequado destes sinais e sua transmissão para a plataforma para celular. Assim, sua arquitetura pode ser subdividida em duas partes: módulo de aquisição de sinais e o módulo embarcado.

O primeiro módulo armazenará grande parte dos sensores e componentes eletrônicos utilizados no projeto. Já o segundo módulo apresentará os microcontroladores para a transmissão dos dados capturados para a plataforma de celular.

4.4.1 Módulo de Aquisição

O módulo de aquisição será composto principalmente por sensores, amplificadores, filtros, conversores e um sistema embarcado. Os sensores serão responsáveis pela aquisição dos sinais vitais do usuário, cujos estarão inseridos de forma não invasiva no usuário ou estarão conectados junto a estrutura. Os filtros e amplificadores de sinais serão aplicados para condicionar os sinais e torná-los confiáveis, visto que os sinais visados, respiração e batimento cardíaco, possuem pequena amplitude e apresentam interferência de ruídos. Assim, é necessário amplificar e retirar os ruídos de frequências indesejadas para melhor captura do sinal. Os conversores A/D têm como função realiza a conversão de sinais analógicos em grandezas digitais que possam ser utilizadas e processadas em informações compreensíveis que serão transmitidas para a plataforma de celular.

4.4.2 Módulo Embarcado

O módulo embarcado é responsável por receber todos os sinais do módulo de aquisição, ou seja, os sinais vitais do usuário e sinais de áudio e vídeo, processá-los e transmiti-los para a plataforma de celular de modo que os usuários tenham acesso aos dados adquiridos.

4.4.3 Integração entre os sistemas

Observa-se no fluxograma da figura 10, a integração entre os módulos dos componentes. Na parte (A), encontram-se os sensores que realizarão a aquisição de informações sobre o usuário. Na seção B ocorre o processo de condicionamento do sinal recebido. Na parte (C), os sinais adquiridos são convertidos para sinais digitais para que sejam compreendidos pelo sistema embarcado. Na seção (D), o sistema embarcado realizará conexão com a rede wireless da casa e transmitirá as informações recebidas pelos sensores. No ponto (E), as informações adquiridas serão enviadas para o aplicativo. Na seção F, os usuários do aplicativo visualizarão os sinais capturados no ponto (A) e receberão alertas, de modo a escolher sinal desejado. Neste, há ainda a opção do usuário escolher a movimentação da estrutura, de modo que a solicitação é enviada para o Sistema de Embarcado. Na seção G, os sinais recebidos pelo sistema embarcado pelo aplicativo irão ativar o sistema de controle e alimentação de forma a encaminhar um sinal para o ponto (H). No ponto (H), o sinal enviado para movimentação da estrutura é compreendido e inicia-se a atuação dos motores.

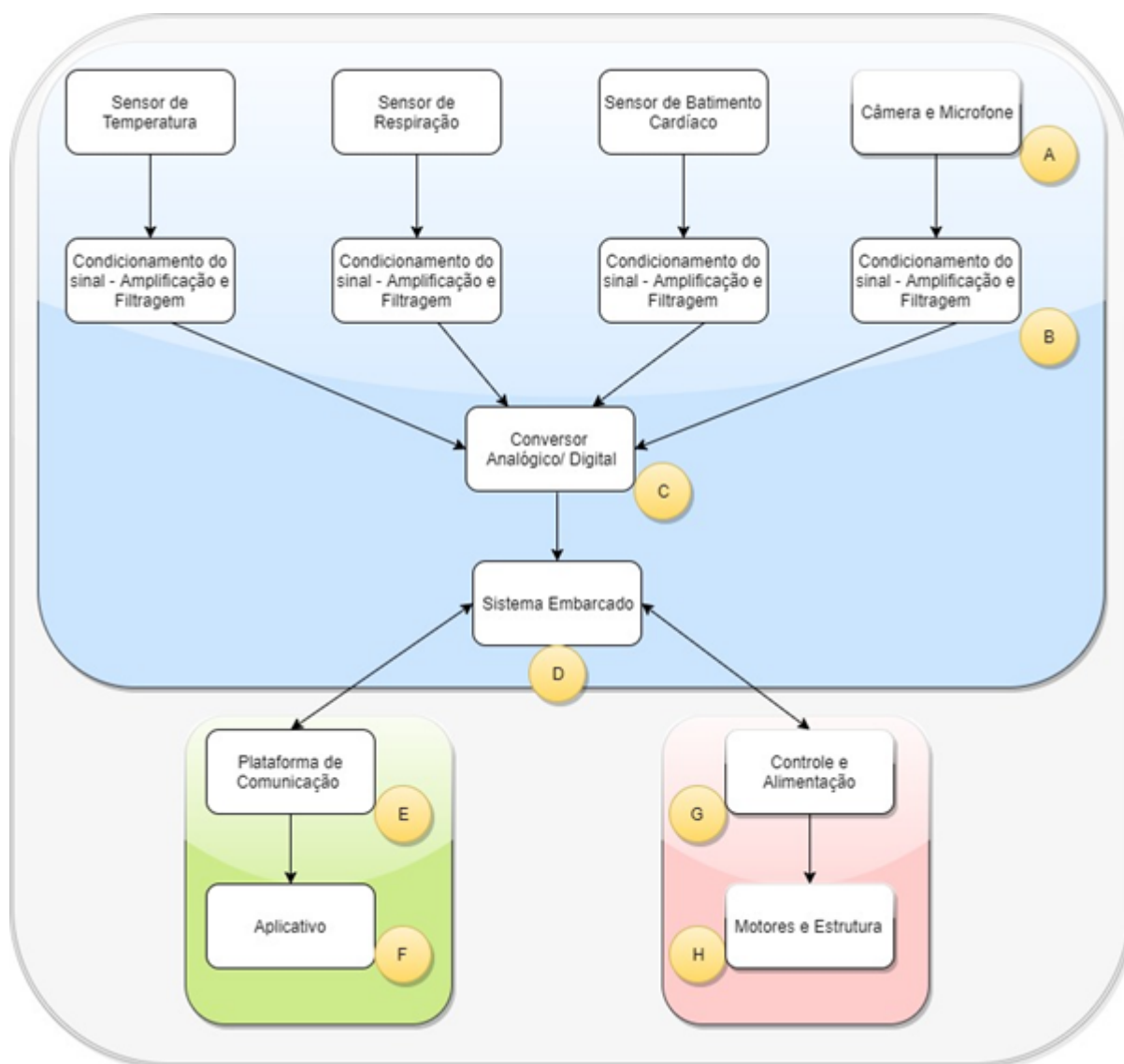


Figura 10 – Fluxo do funcionamento do Sistema. Fonte: do Autor.

4.4.4 Tecnologias Utilizadas

4.4.4.1 Aquisição de temperatura

As obtenções dos dados referentes a temperatura do recém-nascido serão obtidas através de um sensor de temperatura infravermelho, pois o projeto tem como base obter as informações e dados do usuário de modo não invasivo. O sensor de temperatura é um transdutor que, submetido a uma mudança de temperatura, fornece uma resposta claramente dependente da temperatura. O termômetro infravermelho da Melexis MLX90614 ([SENSORS-TEMPERATURE](#),) foi desenvolvido para sensoramento de temperatura sem contato, e por esse motivo e pelas características apresentadas a seguir foi escolhido para o desenvolvimento do projeto. Outros sensores de temperatura apresentam uma faixa de temperatura muito acima da requerida, baixa resolução (na faixa de 1° C) e preços elevados. Como o propósito é adquirir temperaturas de um ser vivo, a faixa de valores do

MLX90614, que é de -40 até 85° C, e a resolução de 0.02° C são parâmetros ainda acima dos necessários, no entanto, mais próximos das especificações do que os encontrados em outros sensores.

Características:

- Tamanho reduzido, bom custo x benefício;
- Fácil de ser integrado;
- Calibração de fábrica com grande faixa de temperaturas;
- -40 a 85°C para temperatura ambiente;
- -70 a 380°C para temperatura de objetos;
- Compatível com interface digital SMBus;
- Saída PWM customizável para leitura contínua;
- Resolução de medida de até 0,02°C;
- Adaptação simples para aplicações de 8 a 16V;
- Modo de economia de energia;



Figura 11 – Sensor de temperatura mlx90614.

4.4.4.2 Aquisição da frequência respiratória

Na elaboração de um sistema para detecção da respiração da criança, foram apresentadas diversas soluções. A primeira consiste na utilização de um acelerômetro preso a fralda da criança de modo a verificar a movimentação do diafragma para indicar a respiração do usuário. Necessitando-se assim, processamento de sinal para verificar corretamente a respiração. No entanto, como a obtenção dos sinais deve ser não-invasiva, e a maioria dos

sensores para obter o sinal respiratório apresentam a necessidade de determinado contato. Após um tempo, surgiu a ideia de utilizar de um sensor de pressão (resistivo), cujo ficaria embaixo do colchão, onde verificando-se a variação de pressão (resistência) pode-se obter uma taxa que indique que o usuário esteja ou não respirando.

4.4.4.3 Aquisição dos batimentos cardíacos

Verificou-se através de pesquisas que o método não invasivo que detêm-se melhores resultados para estimação de batimento é por Fotopletismografia (Photoplethysmography) ou PPG. É o método que se detecta a variação no volume do fluxo sanguíneo através da utilização de dois componentes: um fotoemissor (LED) e um fotodiodo. A luz emitida pelo diodo atravessa a pele e o sangue, de modo que a parcela que não foi refletida é detectado pelo fotodiodo. A quantidade de oxigênio no sangue faz com que ocorra variações na leitura do fotorreceptor, indicando os momentos em que ocorre a sístole e a diástole do coração. De acordo com (PONT; PEREIRA, 2016), há 3 locais onde pode-se aplicar esta técnica: o lóbulo da orelha, os dedos da mão e os dedos do pé, onde encontram-se os seguintes formatos de onda, como observa-se na figura 12.

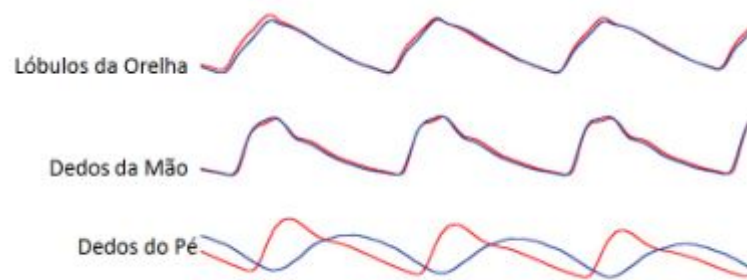


Figura 12 – Onda do PPG em parte do corpo. Linha vermelha representa o lado esquerdo do corpo e a linha azul o lado direito (PONT; PEREIRA, 2016).

Verifica-se assim que os lóbulos da orelha e dos dedos da mão são os melhores locais para aferição dos batimentos cardíacos, visto que são regiões mais próximas do coração. Ponts também afirma que o uso de Led verde ou vermelho possuem maior percentual de absorção de luz pela hemoglobina em virtude de seu comprimento de onda, cerca de 560 nm. A figura abaixo mostra a relação entre a absorção de luz pela hemoglobina oxigenada (traçado cheio) e a hemoglobina não oxigenada (pontilhado) em relação aos comprimentos de onda em nm.

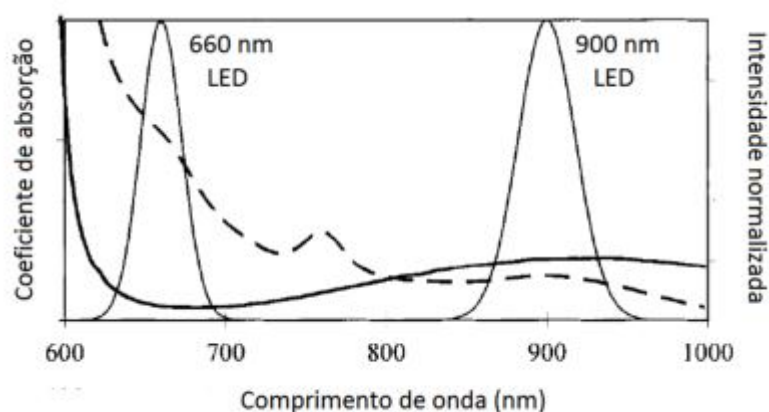


Figura 13 – Relação de absorção da hemoglobina oxigenada (traçado cheio) e hemoglobina não oxigenada (traçado pontilhado) e o comprimento de onda (nm) (PONT; PEREIRA, 2016).

4.4.4.4 Aquisição de vídeo e áudio

Para transmissão de dados de vídeo, optou-se por utilizar a câmera da raspberry pi em virtude de seu tamanho, qualidade, preço e por ser compatível com o sistema embarcado utilizado, a Raspberry Pi 3 model B, discutida no tópico X. Também foi escolhido o microfone USB, por ser compatível com o sistema além de ser acessível quanto ao preço.

Características Módulo Câmera:

- Conexão: cabo de fita plana;
- Resolução: 5MP (2592 x 1944);
- Resolução max. de vídeo: 1080p;
- Comprimento do cabo tipo fita: 156mm;
- Dimensões (CxL): 25X24mm;
- Peso: 3,3g.

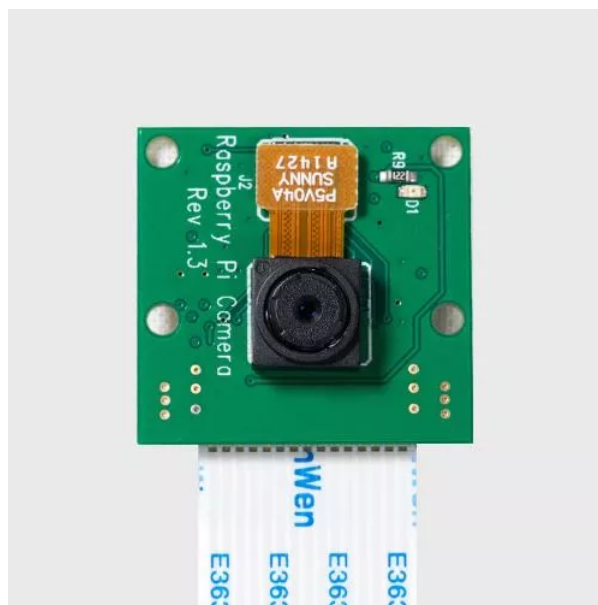


Figura 14 – Modulo Câmera Raspberry Pi 5mp Sunny P5v04a.

Características Microfone USB:

- Conexão: Interface USB;
- Totalmente Plug & Play;
- Frequência de Resposta: 100Hz-16000Hz;



Figura 15 – Microfone Usb Exbom Umic-M10 .

4.4.4.5 Sistema embarcado

- Raspberry Pi e MSP430

Será o principal dispositivo para o funcionamento de aquisição e transmissão de dados, além de ser o responsável, em conjunto com o MSP430 por realizar a atuação nos motores. Possui como vantagem ser um computador de baixo custo, com alto poder de processamento. O modelo utilizado será a Raspberry Pi 3 model B, cujo apresenta as seguintes características:



Figura 16 – Raspberry Pi 3 model B ([RASPERRY-PI-3-MODEL-B](#),).

- Processador Broadcom BCM2837 64bit ARMv8 Cortex-A53 Quad-Core.
- Capítulo 5. Solução Proposta 27
- Clock 1.2 GHz.
- Memória RAM: 1GB.
- Adaptador Wifi 802.11n integrado.
- Bluetooth 4.1 BLE integrado.
- Conector de vídeo HDMI.
- 4 portas USB 2.0.
- Conector Ethernet.
- Interface para câmera (CSI).
- Interface para display (DSI).
- Slot para cartão microSD.
- Conector de áudio e vídeo.
- GPIO de 40 pinos.

- Dimensões: 85 x 56 x 17mm.
- Fonte de alimentação de 1.6 a 3.0A.

Já o microcontrolador MSP430 G2553 será utilizado como módulo de acionamento do motor e como meio de comunicação entre o sensor de temperatura e Raspberry Pi para transmissão de dado., visto que o sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614 possibilita dois métodos de saída: PWM e SMBus (ou seja, TWI, I2C). A saída PWM padrão de 10-bit possui uma resolução de 0,14°C E a interface TWI possui uma resolução de 0,02°C.

Características do MSP:

- Arquitetura Von Neumann, RISC.
- 16 KB de memória Flash.
- 512 Bytes de memória RAM.
- 24 GPIOs.
- 2 Timers de 16 bits.
- Módulos ADC e comparadores.
- UART, SPI, I2C.

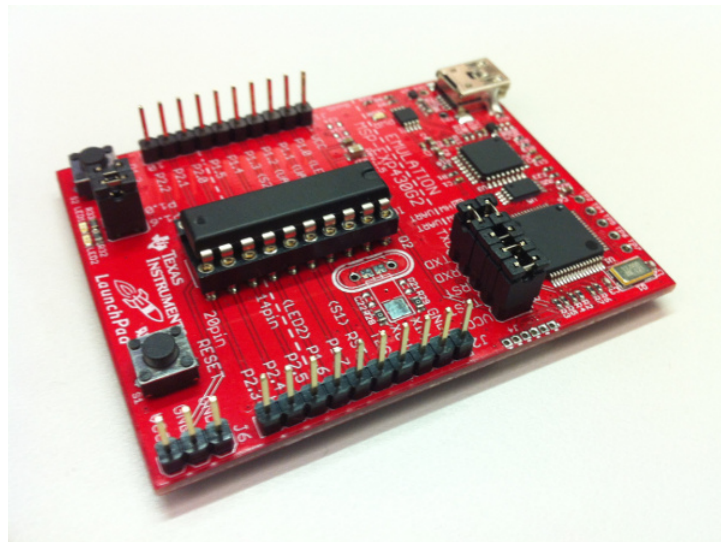


Figura 17 – LaunchPad MSP430 G2553.

4.5 Solução Software

A solução de software tem como base um aplicativo mobile (iOS) que possibilitará o acompanhamento da criança/bebê, bem como a interação com o berço por meio de comandos que podem ativar a movimentação do berço ou reprodução de músicas. O aplicativo se conecta a mesma rede wi-fi que o berço para que seja realizada a comunicação entre os dois dispositivos. Com a ativação dos sensores os dados coletados são enviados para o aplicativo e serão exibidos aos usuários. O usuário receberá as informações de Batimento Cardíaco, Temperatura, e também de Áudio e Vídeo em tempo real. Além disso o aplicativo será capaz de ativar a movimentação do berço com movimentos e duração pré-definida.

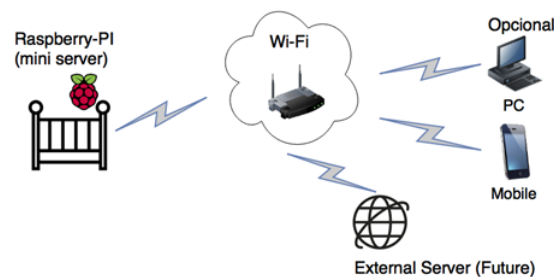


Figura 18 – Diagrama ilustrativo da comunicação entre as partes do sistema.

5 Considerações Finais

Com o Baby on Board espera-se construir um produto de qualidade que se torne a solução para problemas corriqueiros que atingem um público alvo que está em constante rotatividade e que se torna cada dia mais exigente. Deseja-se que o berço seja capaz de gerar movimentos de balanço, receber comandos, fornecer e armazenar alguns dados que permitam o monitoramento de um bebê, auxiliando os pais que buscam praticidade aliada a tecnologia para cuidar e dar conforto para seus filhos. Para a realização deste protótipo é necessário planejamento, logo, nesta primeira etapa foram discutidos os problemas e soluções, como também foi realizado o planejamento de todos os processos. Com todo o planejamento realizado a equipe está apta a seguir para a segunda etapa, que consiste em teste e construção dos subsistemas.

Referências

BRITES FELIPE G.; SANTOS, V. P. d. A. *Motor de Passo*. [S.l.], 2008. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 25.

FRANCO, P. et al. *Ambient temperature is associated with changes in infant's arousability from sleep*. [S.l.], 2001. 24:325-9 p. Citado na página 8.

GEIB, L.; NUNES, M. *Hábitos de sono relacionados à síndrome da morte súbita do lactente: estudo populacional*. Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 415-423 p. Citado na página 7.

GUIA PMBOK 5a. ed. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. [S.l.]: Project management Institute, 2013. Citado na página 13.

NORTON, R. L. *Projeto de máquinas*. [S.l.]: Bookman Editora, 2013. Citado na página 22.

PONT, D.; PEREIRA, M. Plataforma de aquisição para fotopletismografia com módulos de monitoramento. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 2, 29 e 30.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016. Citado na página 21.

RASPBERRY-PI-3-MODEL-B. <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b>>. (Accessed on 23/08/2017). Citado 2 vezes nas páginas 2 e 32.

SENSORS-TEMPERATURE. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/MLX90614_rev001.pdf>. (Accessed on 23/08/2017). Citado na página 27.

Apêndices

APÊNDICE A – Primeiro Apêndice

A seguir se encontram as tabelas de detalhamento de riscos do projeto.

Tabela 1 – Análise de Risco - Software

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Ação estratégica
Falta de conhecimento técnico para comunicação com Hardware	Impossibilidade de comunicação direta entre Front-end (Aplicativos, interfaces web, etc...).	Baixa	Alto	Realizar POC (Prova de conceito) sobre as comunicações consideradas críticas para as regras de negócio. Realizar estudo para eliminar as features não plausíveis.
Disparidade entre protótipos e implementação	impacto na UI/UX do front end	Alta	Baixo	Iterar sobre a prototipação antes da implementação de UI e UX definitiva
Erro no planejamento da arquitetura geral do sistema.	Funcionamento defeituoso da comunicação entre os módulos do sistema	Média	Alto	Alinhamento constante e interativo entre os desenvolvedores de diferentes módulos
Impossibilidade técnica de streaming de áudio e vídeo	Impossibilidade (ou deficiência) das features de streaming de mídia	Alto	Alto	Realizar POC sobre as comunicações consideradas críticas para as regras de negócio. Realizar estudo para eliminar as features que não são plausíveis.
Relação entre prazo e escopo não satisfatória	Features não entregues em pontos de controle	Alto	Médio	Replanejamento de cronograma e ajuste de escopo após cada ponto de controle.
Impossibilidade de contribuição de membros da equipe	Impacto na produtividade geral da equipe.	Alto	Médio	Constante feedback sobre atividades, prazos e status

Tabela 2 – Análise de Risco - Energia

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Ação estratégica
Dimensionamento errado do motor	Torque insuficiente para o movimento necessário	Média	Alto	Fazer cálculos e simulações antes da escolha.
Falta de experiência necessária na montagem do driver	Sobrecarregamento de integrantes e/ou atraso no cronograma	Média	Médio	Realização de pesquisar e integração com o subsistema de eletrônica.
Curtos no sistema elétrico	Queima de equipamentos	Pouco	Alto	Verificação de todo o sistema antes da ligação.

Tabela 3 – Análise de Risco - Eletrônica

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Ação estratégia
Falha na leitura dos sensores	Interpretação errônea dos dados do usuário	Média	Alto	Redundância na aquisição de dados dos sensores.
Falha na transmissão de dados	Ausência de monitoramento dos dados do usuário	Baixa	Alto	Redundância na transmissão de dados.
Falha no controle do movimento do berço	Mal funcionamento do sistema	Baixa	Médio	Alerta para o usuário sobre a indisponibilidade da função.
Indisponibilidade do serviço de internet / energia	Sistema de monitoramento indisponível	Médio	Alto	Alerta para o usuário sobre falha de conexão.

Tabela 4 – Análise de Risco - Estrutura

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Ação estratégica
Erro na ergonomia do produto	Não atender a todos os clientes	Pequena	Médio	Fazer estudo probabilístico das dimensões dos bebês da faixa etária até 1 ano
Dimensionamento errado na rigidez das estruturas	Deformação plástica dos componentes, falha estrutural	Média	Alto	Realização de simulação computacional estrutural adequada do modelo com geometria e propriedades dos materiais.
Erro na análise de vibração dos componentes	Falha por fadiga ou incômodo no bebê	Média	Alto	Verificação das frequências naturais dos componentes e sistemas acoplados. Análise de fadiga por simulação computacional
Erro na elaboração do manual de montagem	Não conseguir montar o berço ou deixa irregular para uso, podendo haver falha de algum componente mal colocado	Pouco	Alto	Fazer um manual do usuário de fácil entendimento e com todas etapas bem descritas
Erro no plano de manutenção	Ocorrer uma falha estrutural por não trocar componentes ou não repor insumo ou proteger locais devidos	Médio	Alto	Fazer um plano de manutenção que contemple o tempo de falha e assim poder prevenir por meio do repor ou substituição à tempo

APÊNDICE B – Segundo Apêndice

A seguir se encontram as tabelas referentes à previsão de orçamento do projeto.

Tabela 5 – Custos- Estrutura

Material	Valor Unitário	Quantidade	Total	Fornecedor
Berço Usado	300,00	1	300,00	Mercado Livre
Rolamentos	4,00	32	128,00	Mercado Livre
Mancal	10,00	6	60,00	Mercado Livre
Parafuso (saco com 150 unidades)	7,90	1	7,90	Leroy Merlin
Cola para madeira 250g	14,39	1	14,39	Leroy Merlin
Buchas (Saco com 100 unidades)	17,79	1	17,79	Leroy Merlin
Verniz 900ml	16,99	1	16,99	Leroy Merlin
Pino de Madeira 25x25mm (12 peças)	4,50	4	18,00	Leroy Merlin
Eixos (Tarugo 200x8mm - Aço 1020)	15	1	15	Mercado Livre
Viga de Madeira Pinus	19,99	4	79,96	Leroy Merlin

Tabela 6 – Custos-Energia

Material	Valor Unitário	Quantidade	Total	Fornecedor
Motor de Passo	300,00	3	900,00	Baú da Eletrônica
Placa de circuito impresso	7,00	1	7,00	Mercado livre
Componentes eletrônicos para o driver	60,00	1	60,00	Mercado Livre
Fiação	1,71/m	5m	8,55	Americanas.com
Plugue	5,00	1	5,00	Americanas.com

Tabela 7 – Custos-Eletrônica

Material	Valor Unitário	Quantidade	Total	Fornecedor
Raspberry Pi 3 model B	170,00	1	170,00	Mercado Livre
Msp 430	80,00	2	160,00	Texas Instruments
Conversor A/D ADS115	30,00	1	30,00	Mercado Livre
Placa fenolite	7,00	2	14,00	Mercado Livre
Microfone Usb	30,00	1	30,00	Mercado Livre
Módulo câmera 5 mp	80,00	1	80,00	Mercado Livre
Acelerômetro Adxl345	20,00	1	20,00	Mercado Livre
FSR sensor sensível a força	80,00	1	80,00	RoboCore
Sensor de Temperatura Mlx90614	50,00	1	50,00	Mercado Livre

Tabela 8 – Custos-Software

Material	Valor Unitário	Quantidade	Total	Fornecedor
Macbook Pro	9.799,00	3	29.397,00	Apple Store
Roteador - Asus RT-AC88U	850,00	1	850,00	Mercado Livre
Apple Developer Program	320,00	1	320,00	Apple Store
Raspberry Pi 3 model B	170,00	2	374,72	Mercado Livre

Anexos

ANEXO A – Tabela - Auto Avaliação e Contribuições

Engenharia	Engenharia	Atividades desenvolvidas
Ariana Alves Barbosa Flores	Energia	EAP de energia, soluções de energia, restrições.
Brenda Tagna Cardoso Pi- nheiro de Paula	Eletrônica	Problema, Justificativa, Custos de eletrônica, Premissas e Restrições.
David Souza da Silva	Automotiva	Elaboração de requisitos de estrutura, Fundamentação bibliográfica da solução estrutura, projeto de elementos de máquina, proposição de manutenção e uso do projeto estrutural
Douglas da Sil- veira Alves	Eletrônica	Objetivos gerais e específicos, Stakeholders, Análise de Riscos, Escopo, Descrição da Solução específica (Eletrônica).
Felipe César Sil- veira de Assis	Software	EAP, orçamento, checklists, escopo, organização inicial, Riscos (Software) , comunicação, requisitos (software), cronograma específico, solução de subsistema (software), auxilio no documento final.
Guilherme Araujo Mattos	Eletrônica	Análise de Risco, Descrição da Solução específica (Eletrônica), Revisor do documento em Latex.
Jonathan No- gueira Rufino Batista Paiva	Software	Organização do Projeto, Cronograma, EAP, Estruturação dos Riscos
Laura Barros Martins	Software	Requisitos, cronograma específico software, cronograma geral projeto, revisão do documento
Lorena Ka- rolinny Araujo Marques	Energia	Gerenciamento, elaboração dos riscos, soluções e orçamento de energia, premissas.
Luan de Oliveira Nolêto	Energia	Requisitos, solução e orçamento de energia, considerações finais.
Luiza Irina Lima dos Santos	Eletrônica	Introdução, Contexto, Fishbone, Requisitos, 5W2H, EAP.
Matheus Alves Melo	Automotiva	Gerenciamento, EAP de estruturas, Orçamento, Solução de Estruturas, desenho manual, CAD.
Renan Henrique Alves de Araújo	Aeroespacial	Solução de estruturas, limitações, escopo, fases, desenho técnico, CAD, projeto de fabricação.