



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Projeto Integrador de Engenharia 2

# **Bike-X** **Simulador Virtual Para Bicicletas**

Brasília, DF  
2014





Grupo 5  
Equipe **Start-X**

**Bike-X**  
**Simulador Virtual Para Bicicletas**

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Brasília, DF

2014



# Equipe

Camila Ferreira  
**Charles Daniel**  
Gabriela Navarro  
José Alberto  
José Alisson  
Julio Cezar do Nascimento  
Lucas Kanashiro  
Luiz Fernando Gomes de Oliveira  
Macartur Sousa  
Priscila Pires  
Tatiana Dias  
Thiago Ferreira Gomes

# Professores Coordenadores

Alessandro Borges de Sousa Oliveira  
Edson Mintsu Hung  
Juliana Petrocchi Rodrigues  
Ricardo Ajax Dias Kosloski  
Ricardo Matos Chaim  
Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa

# Sumário

<b>I</b>	<b>ESCOPO DO PRODUTO</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>PROBLEMA</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSTA</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>PROJETO</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>REQUISITOS DO PRODUTO</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>IMPACTOS</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>II</b>	<b>PLANEJAMENTO</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>DIVISÕES</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>6.1</b>	<b>Equipe</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>6.2</b>	<b>Divisão das tarefas</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>MATERIAIS</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>7.1</b>	<b>Sistema Mecânico/Suporte de apoio</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>7.2</b>	<b>Circuito Elétrico</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>7.3</b>	<b>Cargas</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>7.4</b>	<b>Software</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>7.5</b>	<b>Oculus Rift</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>7.5.1</b>	<b>Especificações de Hardware</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>INTERAÇÕES</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>10.1</b>	<b>Cronograma</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>METAS</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>FINANCEIRO</b> . . . . .	<b>37</b>

<b>III</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>39</b>
<b>13</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>43</b>
<b>13.1</b>	<b>Puppet</b>	<b>43</b>
13.1.1	O que é o Puppet	43
13.1.2	Integrando o puppet ao projeto	43
<b>13.2</b>	<b>Interface Python</b>	<b>43</b>
13.2.1	Visão do BikeX	43
13.2.2	Visão do MSP430	43
<b>13.3</b>	<b>Sistema BikeX</b>	<b>44</b>
<b>13.4</b>	<b>Funcionamento do Oculus Rift</b>	<b>44</b>
13.4.1	Esquema de coordenadas	44
13.4.2	Distorcao	44
<b>13.5</b>	<b>Ambiente virtual</b>	<b>46</b>
<b>13.6</b>	<b>Circuitos e sensores</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>ELETRÔNICA</b>	<b>47</b>
<b>14.1</b>	<b>MSP430</b>	<b>47</b>
14.1.1	MSPGCC	47
<b>14.2</b>	<b>Circuitos</b>	<b>47</b>
14.2.1	Tacômetro	47
<b>15</b>	<b>AUTOMOTIVA</b>	<b>49</b>
<b>15.1</b>	<b>Base da bicicleta</b>	<b>49</b>
<b>16</b>	<b>ENERGIA</b>	<b>51</b>
<b>16.1</b>	<b>Acoplamento do alternador</b>	<b>51</b>
<b>16.2</b>	<b>Eficiencia energetica</b>	<b>51</b>
<b>IV</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>53</b>
<b>17</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>55</b>
	<b>Referências</b>	<b>57</b>
	<b>Glossário</b>	<b>61</b>





## Parte I

### Escopo do produto



# 1 Problema

O estilo de vida do ser humano mudou drasticamente ao longo dos últimos séculos. Atividades que antes eram realizadas por pessoas passaram a ser executadas por máquinas, e sistemas eletrônicos, exigindo cada vez menos do corpo humano. Esta diminuição em atividades físicas tem levado as pessoas a tomar um estilo de vida mais sedentário, provocando um aumento nos índices de doenças crônicas como obesidade, diabetes, hipertensão e uma série de outras doenças. Desta forma, as organizações de saúde recomendam uma alimentação balanceada e principalmente a prática de exercícios físicos para combater os problemas causados pelo sedentarismo.

Dentre as diversas formas de atividade física, o ciclismo se destaca por ser uma atividade simples e agradável ao ciclista. O ciclismo permite ao praticante exercitar vários músculos do corpo e trabalhar a coordenação motora. Além disso, o contato com o ambiente torna esta prática mais prazerosa ao usuário. No entanto, existem diversos fatores que dificultam a prática desta atividade nas grandes cidades brasileiras. A primeira das dificuldades enfrentadas por ciclistas é o acesso a espaços apropriados para a prática do ciclismo. A ausência de ciclovias obriga ao ciclistas a utilizar as ruas e a dividir espaço com motoristas, que geralmente não aceitam dividir o espaço pelo fato dos ciclistas trafegarem em velocidades menores que a dos carros, podendo causar acidentes. Mesmo quando há ciclovias, os ciclistas tem de enfrentar as avenidas urbanas para chegar ao local, novamente interagindo com motoristas.

Outros fatores que tornam a prática do ciclismo mais difícil envolvem questões relacionadas a falta de estrutura urbana. Muitas cidades brasileiras não são planejadas para o ciclismo, mesmo como forma de locomoção, pois quando há ciclovias, elas são geralmente descontínuas.

Em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, ([BARROS, 2003](#)), comparando informações de boletins de ocorrência e atendimentos no pronto-socorro durante dois anos, encontraram 33,0% de sub-registros relativos aos acidentes com lesão corporal envolvendo ciclistas.

Buracos e falta de recapeamento nas ciclovias também podem acarretar em acidentes e causar lesões aos ciclistas. Os ciclistas mais regulares afirmam também que a falta de bicicletários os obrigam a improvisar formas de fixar seu veículo. Outro fator que contribui para as dificuldades enfrentadas por ciclistas é a falta de segurança e de estrutura em espaços públicos, onde a falta de iluminação ou mesmo as abordagens de assaltantes tornam a prática mais arriscada.

Para as pessoas que não praticam atividades físicas, a principal justificativa é a

falta de tempo com relação a suas atividades diárias. Em especial para o ciclismo, de fato, é necessário um gasto de tempo até a chegada em uma área apropriada para uma circulação mais tranquila de bicicletas. Como alternativa, as bicicletas ergométricas que em sua maioria estão presentes em academias são um incentivo a prática do ciclismo e devido a sua estrutura mecânica, tendem a ser mais confortáveis para o praticante. Outra característica destas bicicletas é que pelo fato de serem fixas, oferecem menos riscos de lesões causadas por quedas. Além disso, o stress causado pelo trânsito em avenidas movimentadas não existe para este caso. Apesar de permitir simular os movimentos da pedalada de uma bicicleta comum, a bicicleta ergométrica tem a desvantagem de não oferecer estímulo do ambiente ao usuário. Com isso, exercitar-se em uma bicicleta ergométrica se torna uma atividade monótona ao praticante.

## 2 Proposta

Desejamos construir um sistema que torne a prática do exercício algo prazeroso, saudável e seguro. Para isso o sistema contará com a integração com realidade virtual junto com uma bicicleta real. Com o sistema de realidade virtual o usuário poderá ficar entretido enquanto realiza seus exercícios e poderá ter uma experiência de andar de bicicleta em um parque em sua casa ou academia, o usuário também poderá monitorar alguns informações baseado na sua realização do exercício físico. Espera-se que o sistema esteja o mais próximo da autossuficiência energética, tornando-o mais sustentável.

Os potenciais consumidores para o projeto são donos de academias e o usuário convencional. Donos de grandes academias estão sempre na busca de novos equipamentos mais modernos e sofisticados para atrair clientes que priorizam um ambiente diferenciado. O usuário convencional se classifica como sendo aquela pessoa que tem como *hobby* andar de bicicleta ou simplesmente tem forte interesse em praticar esportes utilizando tecnologia de ponta.



## 3 Projeto

O projeto contará com diversas interações com o usuário que tem como objetivo fornecer a melhor sensação de utilizar uma bicicleta em um parque. O projeto irá ser feito de forma modular, para que a constituição final do produto seja feita com base nas necessidades de cada usuário.

Nesse sentido, o protótipo contará com uma bicicleta e uma base que possa fixar essa bicicleta. Para dar a sensação de que o usuário estará pedalando, utilizaremos um rolo para que a roda traseira possa ser utilizada normalmente. O guidão também será utilizado de forma natural e um sensor será utilizado para definir qual a direção o usuário está virando.

Para a realidade virtual, iremos fazer a modelagem de um ambiente e utilizando o *Oculus Rift*, iremos fazer uma imersão do usuário em uma área que normalmente seria utilizada para um passeio de bicicleta. O usuário poderá ter acesso a algumas informações referentes ao seu passeio e exercício, tais como: velocidade, batimento cardíaco e outras.

O *Oculus Rift* representa hoje no mercado a ferramenta que tange a fronteira da imersão em uma realidade virtual e ao mesmo tempo a acessibilidade ao usuário. As primeiras aparições de tecnologias semelhantes de imersão virtual são datadas de 1961 pela Philco(BOAS, ). Atualmente hoje há diversas opções de dispositivos que oferecem uma pervasidade específica, tais como *Cave Automatic Virtual Environm*(CAVE), *Head-Mounted Displays*(HMDs) e dispositivos de entrada, tais como controles sem fio ou câmeras de rastreamento.

Uma interação que será feita a partir do ambiente com o usuário será em caso de subidas no mesmo. Para dar a sensação de dificuldade que se tem ao pedalar em uma subida, iremos acionar de acordo com a intensidade da subida, os freios da bicicleta nesses momentos.

Por fim, planejamos entregar um produto auto sustentável, ou seja, será feita a conversão de energia eletromecânica do exercício em energia elétrica. Acoplando um alternador ao rolo da bicicleta, poderemos alimentar parte do sistema ou até mesmo como um todo.





## 4 Requisitos do produto

A fim de deixar claro quais os limites do projeto, foram estabelecidos os requisitos funcionais e não funcionais do produto. São eles:

- Requisitos Funcionais do produto
  - permitir ao usuário admirar a paisagem virtual assim como a real
  - permitir ao usuário acelerar e desacelerar a bicicleta virtual
  - permitir ao usuário fazer curvas para direita e para a esquerda
  - permitir ao usuário trocar as marchas da bicicleta virtual
  - permitir ao usuário recarregar a bateria de seu dispositivo móvel
  - apresentar ao usuário a velocidade virtual, distância percorrida, número de batimentos cardíacos por minuto, quantidade de calorias gastas, tempo gasto e a energia elétrica
- Requisitos não funcionais do produto:
  - dar a sensação ao usuário de pedalar em trechos com subida
  - dar ao usuário sensação de conforto(ergonomia) ao pedalar a bicicleta
  - dar ao usuário sensação de conforto durante a imersão virtual
  - converter energia mecânica em elétrica para retroalimentação da bicicleta



## 5 Contribuições e prováveis impactos

Com a criação do produto Bike-x será possível criar em academias, ou mesmo na sala de uma casa, um ambiente divertido para realização de exercício físico. Além de se divertir em um ambiente de realidade aumentada, espera-se que o produto seja energeticamente autossuficiente, onde a energia gerada pela própria realização do exercício irá alimentar o produto assim como algum dispositivo móvel que o usuário deseje carregar a sua bateria, tendo assim um viés sustentável.

O produto trará mais segurança para quem gosta de andar de bicicleta, o usuário não precisará se expor a ambientes perigosos como andar ao lado de carros, ônibus, motos, caminhões, motoristas distraídos e muitas vezes bêbados, possibilitando até mesmo o usuário andar de bicicleta em um inverno rigoroso e com neve. Via esse produto cria-se a expectativa de diminuição do sedentarismo entre as pessoas, reduzindo a lista de fatores complicadores para a realização de atividades físicas. Um outro benefício significativo é que ao utilizar o dispositivo será possível monitorar algumas informações do indivíduo que está utilizando o produto, em relação a batimento cardíaco, distância percorrida, entre outras.

Apesar dos benefícios do produto mostrados anteriormente devemos levar em conta os possíveis impactos gerados ao utilizar a Bike-x, como desconforto após utilizar o óculos por muito tempo e a existência de menos bicicletas sendo utilizadas nas ciclovias.



## Parte II

### Planejamento



## 6 Divisões

### 6.1 Equipe

A equipe é formada por alunos da Universidade de Brasília - Campus Gama, cursando a disciplina de Projeto Integrador de Engenharia Dois. São eles:

- Automotiva
  - Tatiana Dias
- Eletrônica
  - José Alison
  - José Alberto Alves de Andrade
- Energia
  - Priscila Pires
  - Thiago Gomes
  - Júlio César do Nascimento
- Software
  - **Charles Daniel\* (Gestor)**
  - Camila Fereira
  - Gabriela Matias
  - Lucas Kanashiro
  - Luiz Fernando Gomes de Oliveira
  - Macártur Souza

### 6.2 Divisão das tarefas

Para a construção do produto, a equipe designou a divisão de tarefas por áreas da seguinte forma:

- Automotiva
  - Ergonomia

- Análise estrutural
- Eletrônica
  - Construção dos circuitos fisiológicos
  - Bibliotecas para uso de comunicação e coleta de dados no microcontrolador
- Energia
  - Armazenamento de energia
  - Dimensionamento dos dispositivos responsáveis conversão eletromecânica de energia
  - Dimensionamento do circuito de distribuição da energia e do circuito de proteção da malha
  - Verificação da eficiência energética
- Software
  - Construção do Ambiente Virtual
  - Interface de comunicação com sensores
  - Interface de comunicação com o motor de freio



## 7 Materiais

Para a execução do presente projeto foram levantados os materiais que serão requisitados para a correta condução deste trabalho. Assim, são informados a seguir os materiais necessários, bem como o papel executado por cada material.

### 7.1 Sistema Mecânico/Suporte de apoio

- Bicicleta – será o meio pelo qual o usuário do produto realizará atividade física, e a partir dessa atividade, serão gerados dados que servirão de entrada para os sensores. Também será a partir dessa atividade que ocorrerá o acionamento mecânico do gerador.
- Cavalete – servirá de apoio para a roda traseira da bicicleta, de maneira que esta não entre em contato com o solo.

### 7.2 Circuito Elétrico

Em relação ao circuito elétrico que será responsável para a conversão eletromecânica de energia, distribuição dessa entre os diversos elementos da malha, bem como os dispositivos de proteção do mesmo, serão necessários os seguintes materiais:

- Gerador – será o elemento do circuito que irá realizar a conversão eletromecânica da energia oriunda do sistema escopo deste projeto. Para isso, será utilizado um gerador que utiliza o princípio da indução eletromagnética; especificamente, utilizar-se-á um alternador automotivo.
- Condutores – terão a responsabilidade de permitir o trânsito de corrente elétrica entre os diversos dispositivos do circuito. Convém informar que as bitolas dos condutores serão dimensionadas visando atender as características elétricas das cargas que serão alimentadas.
- Dispositivos de proteção – responderão pela segurança do circuito, isto é, cuidarão para que o circuito responda de maneira adequada quando submetido a possíveis distúrbios de ordem elétrica. Assim, permitirão segurança pessoal, integridade dos dispositivos do circuito, bem como isolar o sistema em caso de falta. Para o nosso projeto, propõe-se o uso de fusíveis.

- Direcionadores de corrente – serão utilizados com o intuito de garantir a correta polarização do circuito em comento. Nesse sentido, serão selecionados diodos que atendam aos requisitos do nosso circuito.
- Bateria – será o elemento do circuito que armazenará parcela da energia eletromecânica convertida. Desse modo, em caso de falta, ou após a paralisação de funcionamento do gerador, a bateria será responsável pela continuidade da alimentação elétrica das cargas do circuito, garantido certo nível de confiança de fornecimento de energia para as cargas existentes.
- Multímetro – responsável pela medição das grandezas de ordem elétrica do circuito, tais como tensão e corrente elétrica.
- Inversor de tensão – será o dispositivo do circuito responsável pela mudança de corrente contínua para corrente alternada.
- Regulador de tensão – este dispositivo será utilizado para controlar as possíveis flutuações de tensão que poderão existir no circuito, garantindo assim, a correta potência para cada carga.
- Interruptor – terá a responsabilidade de seccionar temporariamente uma parte do circuito, e também desligá-lo, quando não estiver sendo utilizado.

### 7.3 Cargas

Os materiais relacionados às cargas que serão conectadas ao circuito elétrico pertinente ao projeto em discussão são indicados a seguir:

- Dispositivo móvel – uma vez que ocorrerá conversão eletromecânica de energia, parcela dessa energia será disponibilizada para alimentar algum dispositivo móvel de interesse do usuário.
- Sensores – serão alimentados eletricamente sensores que detectarão dados de interesse para o projeto, sendo esses dados repassados ao usuário.
- Potenciômetro - para detectar virada do guidão.
- Notebook;
- Oculus Rift;
- MSP430 - microcontrolador responsável por coletar os dados dos sensores e transmiti-los para o computador.

## 7.4 Software

Unity 4 – será responsável pela modelagem do ambiente virtual que será exibido ao usuário através do *Oculus Rift*.

## 7.5 Oculus Rift

O *Oculus Rift* (Palmer Luckey, 2014) é um produto desenvolvido pela Oculus VR<sup>®</sup> que foi fundada por Palmer Luckey, um entusiasta em realidade virtual e *nerd* de hardware. A companhia lançou uma campanha no *Kickstarter* (Kickstarter, 2014), uma plataforma que permite inventores encontrar patrocinadores, para ajudar a levantar fundos para seu primeiro produto, o *Oculus Rift*, um óculos de imersão virtual bastante inovador para jogos. Com o suporte de gigantes produtoras de jogos eletrônicos como a Valve, Epic Games e Unity, o *Kickstarter* foi o maior sucesso, levantando mais de US\$2,4 milhões em fundos. O time atualmente trabalha fortemente na comercialização do *Oculus Rift*, que promete revolucionar a maneira que as pessoas interagem com conteúdos.

### 7.5.1 Especificações de Hardware

O *Oculus Rift* é produzido somente em versões de desenvolvimento, não se sabe ao certo quais serão as especificações de hardware para o produto comercializável. A listagem a seguir apresenta as características de hardware do *Oculus Rift DK1* (primeira versão de desenvolvimento):

- Especificações da tela:
  - Área visível de 7 polegadas
  - Resolução total de 1280x800, 640x800 para cada olho
  - Distância fixa de 64mm entre os centros das lentes
  - LCD com frequência de 60Hz
  - HDMI 1.3+
- Especificações dos sensores:
  - Até 1000Hz de taxa de amostragem
  - Giroscópio de três eixos, para sensoriar velocidade angular
  - Magnetômetro de três eixos, para sensoriais campos magnéticos
  - Acelerômetro de três eixos, para sensoriar a aceleração, incluindo a gravitacional

- Conexões:
  - USB 2.0 para transmissão de dados dos sensores
  - HDMI para transmissão de imagens
  - Fonte de energia para alimentação do óculos

## 8 Interações Entre as Áreas

O projeto Bike-x contará com a interação das engenharias de Software, Energia, Automotiva e Eletrônica. Esta seção visa identificar e exemplificar cada uma das interações.

As engenharias de software e eletrônica vão se unir na área de coletar dados do sistema de forma geral e gerar informações relevantes a partir das mesmas. A área de engenharia eletrônica será responsável em fazer que os microcontroladores leiam dados de diversos sensores, tais como: oximetria e potenciômetro para definir a direção do guidão. A engenharia de software irá processar esses dados e gerará informações para interagir com o usuário, informando os valores ou agindo no sistema.

As engenharias de energia e software irão interagir utilizando a eletrônica como intermediária. Haverá um sensor que medirá a quantidade de energia gerada pelo usuário e essa informação será tratada via software para que o usuário tenha acesso a essa informação de uma maneira agradável dentro do ambiente virtual.

As engenharias automotiva e de software também irão interagir utilizando a eletrônica como mediadora. Uma das interações com o sistema será que quando houver uma subida no ambiente virtual, o software irá gerar uma alteração no sistema. Quando isso houver, a bicicleta irá ser freada.

O sensor que mede a quantidade de energia produzida será responsável pela interação das engenharias de energia e eletrônica. Com esse sensor será possível mostrar ao usuário o quanto de energia ele conseguiu produzir.

Durante uma subida no ambiente virtual, o sistema deverá frear a bicicleta para que o usuário sinta resistência ao pedalar e tenha a impressão de maior dificuldade de pedalar e que realmente pense que esteja em uma subida. Essa será a interação de engenharia eletrônica e automotiva.

Por fim, a interação das engenharias de energia e automotiva será feita pela adaptação do alternador no sistema para a geração de energia. Esse alternador será adaptado no rolo que usaremos para que o usuário possa pedalar sem se mover e com esse movimento a energia será gerada para alimentar o sistema.

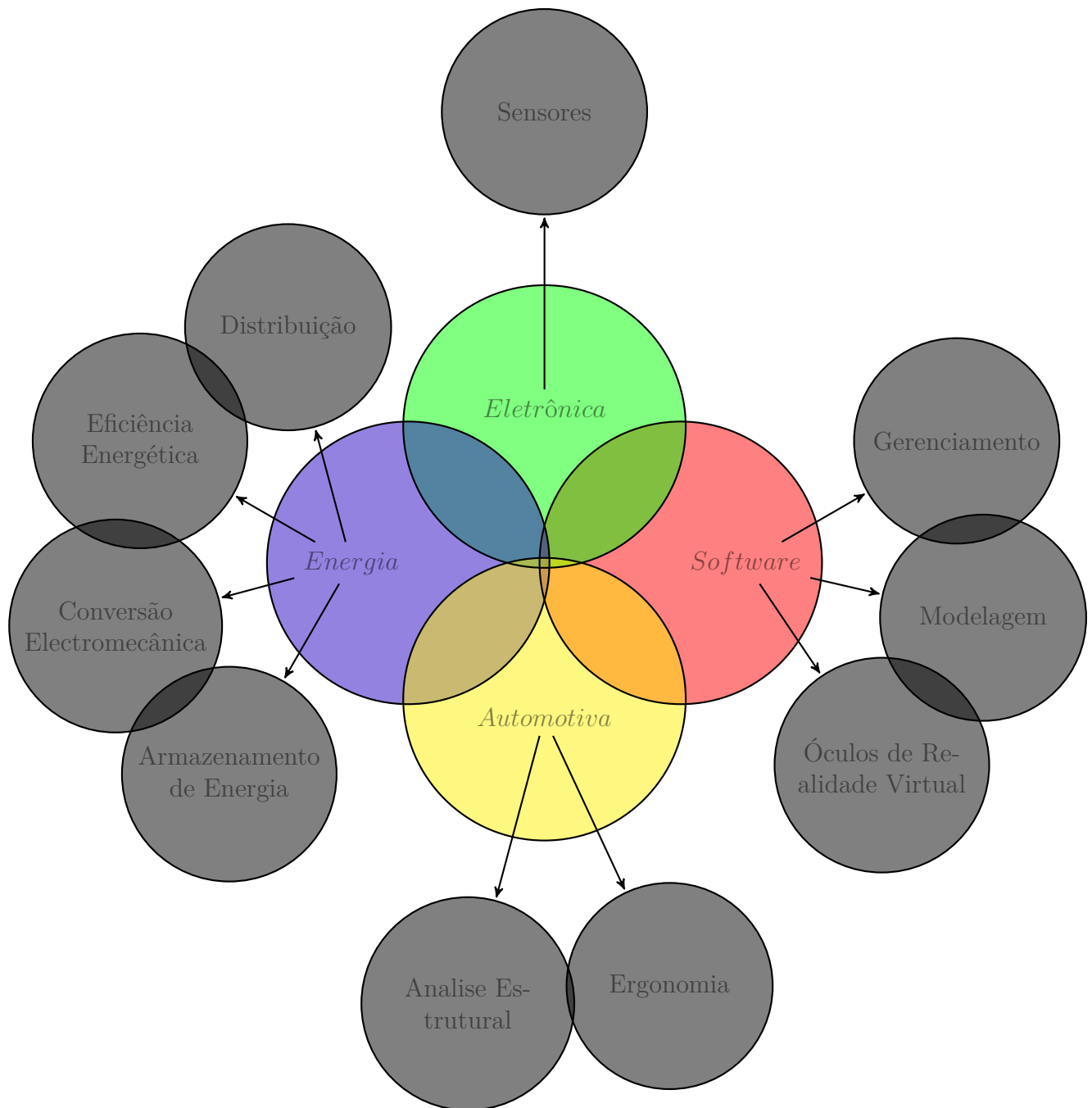


Figura 1 – Disponibilizações entre áreas

## 9 Organização do Trabalho

Para a realização do projeto de forma eficiente e organizada, dividiu-se inicialmente o grupo em quatro subgrupos, cada um destes representando uma das engenharias (automotiva, eletrônica, energia e software), e cada subgrupo tendo um representante. No decorrer do projeto, de acordo com as demandas, os integrantes dos subgrupos deverão ser permutados.

Haverá em média cinco reuniões semanais com duração de duas horas entre os integrantes do projeto, sendo três delas durante as aulas e duas extra classe. O grupo decidiu utilizar uma abordagem ágil de gerenciamento de projeto, tendo em vista que a mesma funciona bem com times pequenos, concentrando ao máximo o esforço do time em agregar valor ao produto proposto. Esse tipo de abordagem irá favorecer a integração do grupo de trabalho, objetivo principal da disciplina.

As decisões importantes a serem tomadas, como a definição do tema do projeto, as divisões e os principais resultados esperados, são feitas por todos os componentes do grupo durante os horários de reunião. Além das tomadas de decisões, as reuniões serão aproveitadas para cada subgrupo se reunir, trabalhar em sua determinada área, apresentar e discutir seus resultados obtidos para os demais subgrupos e, quando necessário, apresentar suas principais dificuldades e questionamentos para os professores da disciplina. Essas horas também serão úteis para que as tarefas em que é necessário mais de um subgrupo para sua realização sejam cumpridas através da reunião entre os mesmos para coletar as informações necessárias e discutir os melhores métodos e soluções para essas tarefas.

Foi estimada uma média de quatro horas semanais de trabalho além das seis horas de aula para cada componente do grupo, a fim de concluir as tarefas e metas propostas para cada um desses. Essas horas são utilizadas em sua maioria para pesquisas, testes, simulações e atualizações do relatório.

Segundo (VASCO; VITHOFT; ESTANTE, 2006), metodologias ágeis também dividem o desenvolvimento do software em iterações, buscando redução de riscos ao projeto. Ao final de cada iteração, uma versão (release) funcional do produto, embora restrita em funcionalidades, é liberada ao cliente. As metodologias ágeis destacam aspectos humanos no desenvolvimento do projeto, promovendo interação na equipe de desenvolvimento e o relacionamento de cooperação com o cliente. Comunicação face-a-face é preferida à documentação abrangente.

Com o objetivo de aperfeiçoar a integração entre os componentes dos grupos e para que cada um possa acompanhar o andamento do projeto são utilizadas algumas ferramentas e práticas ágeis, como *software* de gerenciamento de projeto e *daily meetings*.

Assim, de modo que cada componente e/ou subgrupo possa acompanhar o que os outros estão fazendo no projeto está sendo utilizado: a ferramenta livre [Redmine](#), onde são apresentadas as tarefas, seus andamentos e o responsável por cada uma delas em um quadro *kanban*; e os encontros diários, onde todos dizem o que foi feito, o que está sendo feito, as dificuldades e o que será feito, possibilitando com que os principais problemas e dificuldades sejam detectados e solucionados por todos em conjunto. Para o agrupamento dos dados e pesquisas coletadas, além dos testes e resultados gerados e atualizações do relatório, é utilizada a ferramenta Google Docs.

Está sendo utilizada a ferramenta Git para realizar o controle de versão tanto dos códigos fonte gerados quanto dos documentos e apresentações, e como Source Forge está sendo utilizado o GitHub. Sendo o Git uma ferramenta livre e o GitHub gratuito.

Com essa maneira de organizar o tempo, as tarefas e as equipes, espera-se que o andamento do projeto seja satisfatório, integrando as engenharias através do trabalho entre os subgrupos de maneira eficiente. Além disso, objetiva-se o melhor aproveitamento possível das horas disponíveis e determinadas para a realização do projeto por todos os componentes, de modo que a divisão de trabalho seja equilibrada ao longo do projeto, o que pode ser observado e analisado através das ferramentas utilizadas para o controle e divisão de tarefas.



## 10 Organização das atividades

Para gerenciamento do projeto está sendo utilizada a ferramenta [Redmine](#), com esta ferramenta é possível fazer o gerenciamento do projeto no contexto ágil que é o que está sendo utilizado no Projeto.

Na figura dois abaixo observa-se o quadro de histórias (*backlog*). O objetivo do quadro é pensar em todos os conjuntos de tarefas do projeto como um todo. Uma vez o quadro estando completo pode-se alocar as histórias em *sprints*, que são ciclos de trabalho curtos com objetivos bem definidos. Na figura três observa-se um quadro de tarefas, que foi resultado de uma história dividida em pequenas tarefas individuais.

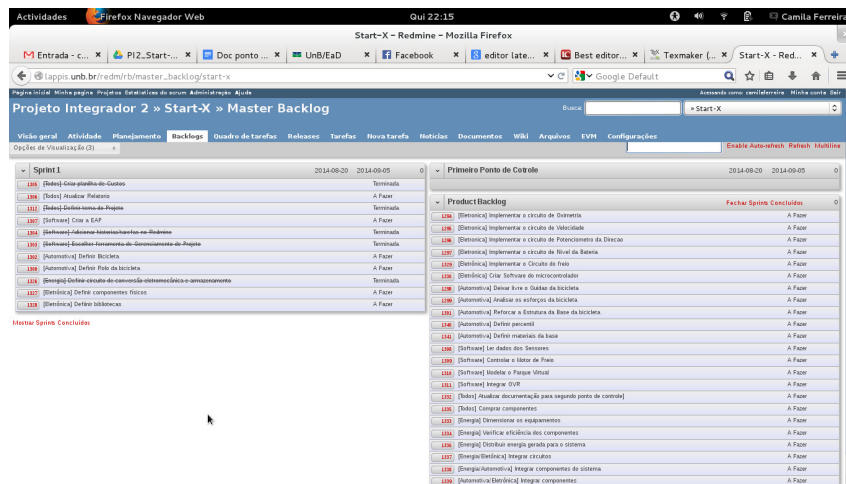


Figura 2 – Redmine e backlog do projeto

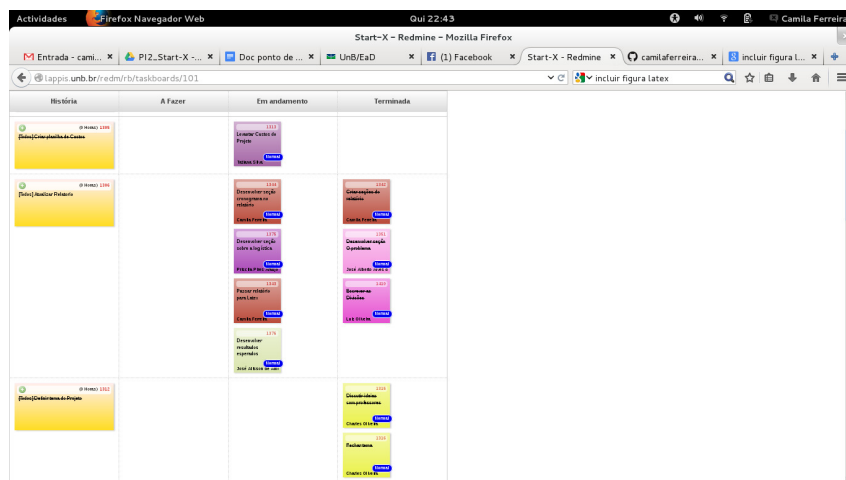


Figura 3 – Quadro de tarefas

## 10.1 Cronograma

Na figura quatro tem-se a Estrutura Analítica do Projeto - EAP, nela encontram-se os principais entregáveis do projeto. Com base nessa organização foi definido o seguinte cronograma para o projeto com três grandes pontos (datas a partir da Entrega 1 são aproximadas):

- Entrega 1: 05/09/2014
  - Viabilidade do projeto
- Entrega 2: 27/10/2014
  - Eng. Automotiva
    - \* Ergonomia do produto
    - \* Estrutura do produto
  - Eng. Eletrônica
    - \* Montagem dos circuitos dos sensores
  - Eng. Energia
    - \* Conversão eletromecânica
    - \* Armazenamento de energia
    - \* Eficiência energética
  - Eng. Software
    - \* Modelagem do ambiente virtual
    - \* Integração da modelagem
    - \* Leitura dos dados dos sensores
- Entrega 3: 21/11/2014
  - Energia/Software: Disponibilização dos dados de produção de energia
  - Eletrônica/Software: Leitura dos sensores e informações no Oculus Rift
  - Automotiva/Software: Acionamento dos freios em subidas virtuais
  - Automotiva/Energia: Acoplamento da fonte motriz
  - Eletrônica/Automotiva: Circuito que aciona os freios
  - Eletrônica/Energia: Circuito controlador de energia produzida

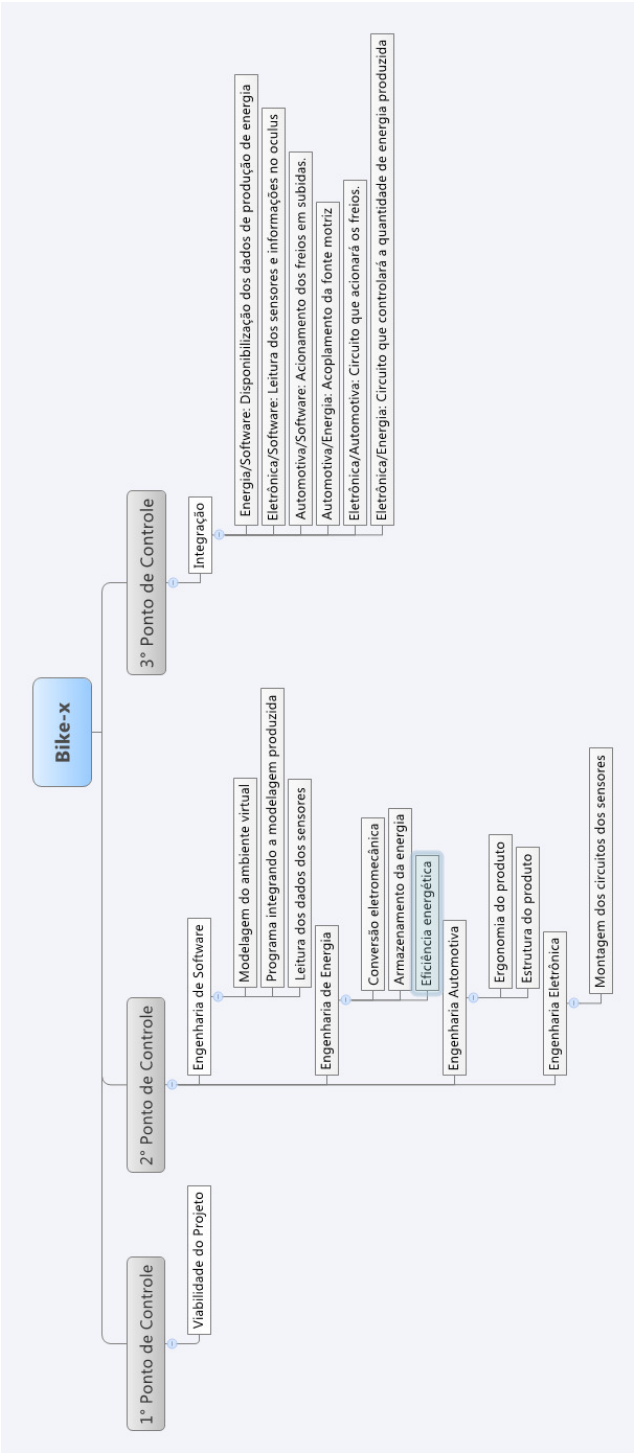


Figura 4 – EAP



# 11 Metas

Foram definidas 3 metas para o projeto:

- Definição do Projeto, esperamos definir o projeto bem como seu escopo.
- Módulos funcionando separadamente, os módulos do produto devem estar funcionando separadamente
- Produto concluído, a entrega do produto final com todos os módulos integrados e funcionando corretamente



## 12 Financeiro

Foi feita estimativa dos custos do projeto em termos de recursos materiais. Os custos relativos à recursos humanos serão calculados e apresentados nos próximos relatórios.

Tabela de custos do projeto				
Áreas	Descrição das etapas	Materiais	Quantidade	Valores
Engenharia Automotiva	Compra da bicicleta, após definição do usuário	Bicicleta	1 unidade	R\$140.00
	Construção do suporte para bicicleta	Barra de aço chato 1020	2 metros	R\$24.00
		Barra de aço retang. 1020	2 metros	R\$30.00
		Barra de aço circular 1020	1 metros	R\$14.00
		Rolamento de alumínio (rolo)	1 unidade	R\$70.00
	Peças para encaixe da roda traseira	Conjunto de parafusos/-rosca/porcas	x	R\$40.00
		Manípulo de Aperto Amaciador	2 unidades	R\$10.00
		Borracha para fixação	4 unidades	R\$30.00
	Junção das barras para o suporte	Soldagem	x	R\$60.00
	<b>Subtotal</b>			<b>R\$418.00</b>
Engenharia Eletrônica	Leitura da velocidade do ciclista	Circuito	1 unidade	R\$3.00
		Sensor de velocidade	1 unidade	R\$170.00
	Leitura dos batimentos cardíacos do ciclista	Circuito	1 unidade	R\$3.00
		Sensor de oximetria	1 unidade	R\$10.00
	Leitura do nível da bateria	Sensor de nível de bateria	1 unidade	R\$10.00
	Medir o giro do guidão	Potenciômetro p/ guidão	1 unidade	R\$1.00
	Leitor dos sensores	1 micro msp 430	1 unidade	R\$30.00
	Frenar a bicicleta	Servo motor	1 unidade	R\$40.00
	Ventilação do ciclista	Cooler	2 unidade	R\$100.00
	<b>Subtotal</b>			<b>R\$367.00</b>
Engenharia de Energia	Transforma energia mecânica em elétrica	Alternador	1 unidade	R\$230.00
	Armazenamento de energia	No break (bateria, tomadas e inversor)	1 unidade	R\$260.00
	Medição	Multímetro	2 metros	R\$40.00
	Distribuição de energia	Cabos (chicotes)	1 unidade	R\$18.00
		Cabos tipo jacaré	4 unidade	R\$16.00
	<b>Subtotal</b>			<b>R\$564.00</b>
Engenharia de Software	Óculos usado para simular ambiente virtual	Oculus Rift	1 undiade	R\$1,500.00
	<b>Subtotal</b>			<b>R\$1,500.00</b>
	<b>Total</b>			<b>R\$2,849.00</b>

Tabela 1 – Planilha de Gastos





## Parte III

### Desenvolvimento



Este capítulo descreve partes do sistema como um todo, abrangendo ferramentas de controle de estrutura, módulos de interface, hardwares envolvidos e afins. Serão apresentados os desenvolvimentos das partes de:

- [Software](#)
  - Controle de infraestrutura
  - Interface de controle
  - Visualização de dados
- [Eletrônica](#)
  - Aquisição de dados
    - \* Circuito do sistema
    - \* Interface de aquisição e disponibilização dos dados (microcontrolador)
- [Automotiva](#)
  - Estrutura do produto e seus esforços
- [Energia](#)
  - Acoplamento do alternador
  - Cálculos de eficiência



## 13 Software

### 13.1 Puppet

#### 13.1.1 O que é o Puppet

#### 13.1.2 Integrando o puppet ao projeto

### 13.2 Interface Python

A interface *Python* simplifica a comunicação com o microcontrolador, possibilitando o *parse* entre o modulo principal (BikeX 13.3) e o *MSP430*.

A interface faz de uso da biblioteca *Pyserial* para manter a comunicação com o microcontrolador. Devido as inúmeras possibilidades de conflitos existentes de caracteres e velocidade de comunicação existentes na comunicação *UART*, os desenvolvedores da *Pyserial* construíram a classe *serial.tools.miniterm* na qual simula um terminal de comunicação como exemplo de uso da biblioteca. O grupo construiu então uma classe que herda da *serial.tools.miniterm*, simplificando assim a comunicação e incrementando a estabilidade de comunicação. Esta ação gera a dependência de que a versão da *Pyserial* necessita ser 2.7 ou superior.

#### 13.2.1 Visão do BikeX

Do ponto de vista do BikeX a aplicação Python estará rodando sempre em *background* esperando um sinal para a realização de alguma tarefa. A depender do sinal recebido, será realizado uma leitura do estado dos sensores ou o envio do valor de posicionamento do freio.

A tomada de uso de sinais para acordar o processo possibilita que o mesmo se mantenha em *descanso* durante todo o período em que não há requisição de dados. Como resultado do ponto de vista da arquitetura que suportado software, não há uma sobrecarga de processamento, evitando o *overhead* de requisições desnecessárias e possibilitando assim que o processamento possa ficar focado onde realmente há uma grande demanda de CPU e GPU, que é a interface gráfica da aplicação.

#### 13.2.2 Visão do MSP430

Do ponto de vista do MSP430 a aplicação Python estará sempre em comunicação ativa com o MSP430, já que a porta serial será aberta assim que o sistema for iniciado e

só fechará quando programa vier a fechar.

## 13.3 Sistema BikeX

Falar aqui sobre o software do bikex, a integracao do python/msp430/unity Unity: scripts, modelagem, assets etc Python: versao do python, modulos puppet, modulos para comunicacao UART Software Bikex: modelagem (uml), linguagem, signals, arquitetura

## 13.4 Funcionamento do Oculus Rift

Colocar aqui como o Oculus Rift define os valores gerados, como eh feita a distorcao, como eh feito o calculo de customizacao para pessoas com diferentes distancia entre os olhos e talz

### 13.4.1 Esquema de coordenadas

Falar do esquema de coordenadas do Oculus rift. Traduzir: As seen from the diagram, the coordinate system uses the following axis definitions:

- Y eh positivo para cima
- X eh positivo para direita
- Z eh positivo para tras

Rotation is maintained as a unit quaternion, but can also be reported in yaw-pitch-roll form. Positive rotation is counter-clockwise (CCW, direction of the rotation arrows in the diagram) when looking in the negative direction of each axis, and the component rotations are:

- Pitch is rotation around X, positive when pitching up.
- Yaw is rotation around Y , positive when turning left.
- Roll is rotation around Z, positive when tilting to the left in the XY plane.

### 13.4.2 Distorcao

Falar aqui um pouco sobre as distorcoes da lente e das imagens. Traduzir: The Oculus Rift requires the scene to be rendered in split-screen stereo with half the screen used for each eye. When using the Rift, the left eye sees the left half of the screen, and the right eye sees the right half. Although varying from person-to-person, human eye

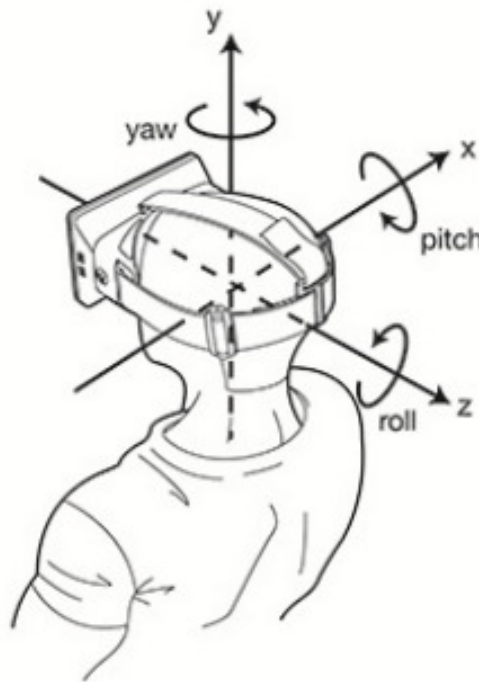


Figura 5 – Esquema de coordenadas do Oculus Rift

pupils are approximately 65 mm apart. This is known as interpupillary distance (IPD). The in-application cameras should be configured with the same separation. Note that this is a translation of the camera, not a rotation, and it is this translation (and the parallax effect that goes with it) that causes the stereoscopic effect. This means that your application will need to render the entire scene twice, once with the left virtual camera, and once with the right. Note that the reprojection stereo rendering technique, which relies on left and right views being generated from a single fully rendered view, is usually not viable with an HMD because of significant artifacts at object edges. The lenses in the Rift magnify the image to provide a very wide field of view (FOV) that enhances immersion. However, this process distorts the image significantly. If the engine were to display the original images on the Rift, then the user would observe them with pincushion distortion. To counteract this distortion, the software must apply post-processing to the rendered views with an equal and opposite barrel distortion so that the two cancel each other out, resulting in an undistorted view for each eye. Furthermore, the software must also correct chromatic aberration, which is a rainbow effect at the edges caused by the lens. Although the exact distortion parameters depend on the lens characteristics and eye position relative to the lens, the Oculus SDK takes care of all necessary calculations when generating the distortion mesh. When rendering inside the Rift, projection axes should be parallel to each other as illustrated in Figure 5, and the left and right views are completely independent of one another. This means that camera setup is very similar to that used for normal non-stereo rendering, except that the cameras are shifted sideways

to adjust for each eye location. In practice, the projections in the Rift are often slightly off-center because our noses get in the way! But the point remains, the left and right eye views in the Rift are entirely separate from each other, unlike stereo views generated by a television or a cinema screen. This means you should be very careful if trying to use methods developed for those media because they do not usually apply to the Rift. Figure 5: HMD eye view cones. The two virtual cameras in the scene should be positioned so that they are pointing in the same direction (determined by the orientation of the HMD in the real world), and such that the distance between them is the same as the distance between their eyes, or interpupillary distance (IPD). This is typically done by adding the `ovrEyeRenderDesc::ViewAdjust` translation vector to the translation component of the view matrix. Although the Rift's lenses are approximately the right distance apart for most users, they may not exactly match the user's IPD. However, because of the way the optics are designed, each eye will still see the correct view. It is important that the software makes the distance between the virtual cameras match the user's IPD as found in their profile (set in the configuration utility), and not the distance between the Rift's lenses.

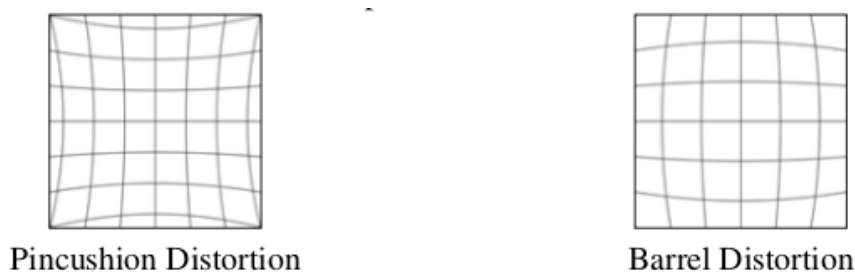


Figura 6 – Distorcao de lentes e imagens do Rift

## 13.5 Ambiente virtual

Falar um pouco de como esta sendo modelado o ambiente virtual: mostrar o mapa de altura (imagem), quais recursos a serem adicionados no ambiente (tunel, ponte, caicheira, etc)

## 13.6 Circuitos e sensores

colocar aqui os layouts dos circuitos e sensores usados (velocidade, motor e direcao (se der tempo, poe tbm o de oximetria e o da bateria))



# 14 Eletrônica

## 14.1 MSP430

É um microcontrolador RISC de 16 bits criado pela Texas Instruments para aplicações de baixo consumo de energia.

### 14.1.1 MSPGCC

Is a port of the GNU C Compiler (GCC) and GNU Binutils (as, ld) for the embedded processor MSP430. Tools for debugging and download are provided (GDB, JTAG and BSL)

## 14.2 Circuitos

### 14.2.1 Tacômetro

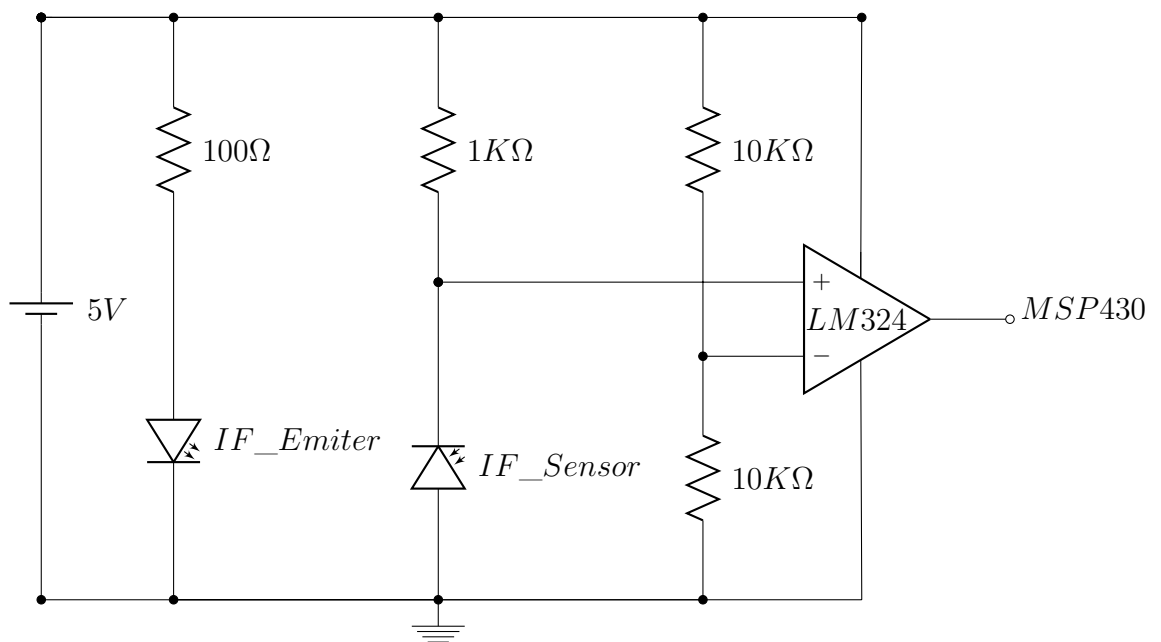


Figura 7 – Circuito do Tacômetro



# 15 Automotiva

## 15.1 Base da bicicleta

Colocar aqui os calculos dos esforcos da bicicleta, os calculos pra fazer a base, se puder colocar a foto da modelagem (no catia?) da base tbm ia ser bom



## 16 Energia

### 16.1 Acoplamento do alternador

Mostrar onde o alternador vai ser acoplado na base da bicicleta, como a roda vai girar o alternador, qual a força a ser aplicada na pedalada pra mover o alternador...Colocar fotos e modelagens (do catia?) (A energia gerada sera apresentada aqui tbm ? )

### 16.2 Eficiencia energetica

Colocar aqui os calculos de como o alternador + no-break vao funcionar pra alimentar o sistema, quais vao ser os consumos dos eletronicos, detalhar o quanto de tempo +/- o sistema permanece ligado se o usuario nao pedalar, etc



## Parte IV

### Conclusões





## 17 Resultados

Com a inclusão dos sensores no sistema, espera-se coletar dados que são considerados importantes para as mudanças físicas que irão ocorrer no ambiente virtual, bem como causar sensações no usuário de forma que o mesmo tenha uma experiência semelhante a andar de bicicleta na rua. Os seguintes dados serão coletados: oximetria, velocidade, direção a qual o guidão é movimentado e nível da bateria para o sistema de realimentação. Por meio da oximetria serão obtidos a saturação de oxigênio da hemoglobina e a frequência cardíaca em batimentos por minuto.

Os dados da oximetria e velocidade serão apresentados ao atleta para que ele tenha consciência do seu desempenho e para manter os batimentos cardíacos em um nível desejado. O sinal do sensor de direção do guidão fará com que haja uma alteração no ambiente virtual, ou seja, dependendo da angulação do guidão, o usuário terá a sensação de que está fazendo uma curva. Outro dado importante é que quando houver uma subida no percurso do ambiente virtual o usuário terá maior dificuldade ao pedalar, como se realmente estivesse subindo um morro, por exemplo.

Por meio destas características, espera-se simular um ambiente que seja tão próximo quanto possível da realidade de forma a tornar atividades físicas, como o spinning, algo menos monótono já que o atleta não se desloca e apresentar dados que possam melhorar seu rendimento. Outro resultado interessante é realizar a comparação do nível de interatividade do sistema com uma situação real e analisar como o usuário se comporta em ambos os ambientes. Isso é interessante para atletas de alto nível pois simular o percurso de uma prova e ter conhecimento das reações do corpo naquele ambiente é de fundamental importância para um bom desempenho.



## Referências

BARROS, A. Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. cad saúde pública. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v21n5/23.pdf>>. Citado na página 9.

Bill Venners. *The Making of Python*. 2003. Acessado em : 27 set 2014. Disponível em: <<http://www.artima.com/intv/pythonP.html>>. Citado na página 61.

BOAS, Y. A. G. V. *Overview of Virtual Reality Technologies*. Citado na página 13.

Kickstarter. *What is Kickstarter*. 2014. Acessado em : 18 set 2014. Disponível em: <<https://www.kickstarter.com/hello?ref=footer>>. Citado na página 25.

Palmer Luckey. *OculusVR Story*. 2014. Acessado em : 18 set 2014. Disponível em: <<http://www.oculus.com/company/>>. Citado na página 25.

VASCO, C. G.; VITHOFT, M. H.; ESTANTE, P. R. C. Comparação entre metodologias rup e xp. 2006. Disponível em: <[http://mat-faa.googlecode.com/svn/trunk/TCC/Material%20Pesquisa/RUPvsXP\\_draft.pdf](http://mat-faa.googlecode.com/svn/trunk/TCC/Material%20Pesquisa/RUPvsXP_draft.pdf)>. Citado na página 29.



## Glossário



## M | O | P | U

### M

#### MSP430

Microcontrolador de baixa potência da Texas Instruments (TI). A versão utilizada neste projeto é a MSP430G2553, disponibilizada junto ao kit [Launchpad](#).

### O

#### Oculus Rift

Equipamento de realidade virtual para jogos eletrônicos.

### P

#### Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível , interpretada, imperativa, orientada a objetos, funcional, de tipagem dinâmica e forte. Foi lançada por Guido van Rossum em 1991([Bill Venners, 2003](#)). Atualmente possui um modelo de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela organização sem fins lucrativos Python Software Foundation.

### U

#### UART (RS232)

Padrão de protocolo para troca serial de dados binários entre um DTE (terminal de dados) e um DCE(comunicador de dados). Também é conhecido por *EIA RS-232C* ou *V.24*).