

# **Documentação de Projeto – Parte 1**

## **CONOPS, Domínio do Problema, Especificação**

---

**Projeto:** Sistema de Elevadores

**Autor:** Mateus Vieira Freitas

**Versão:** 14-Dez-2021

## Parte 1a – CONOPS

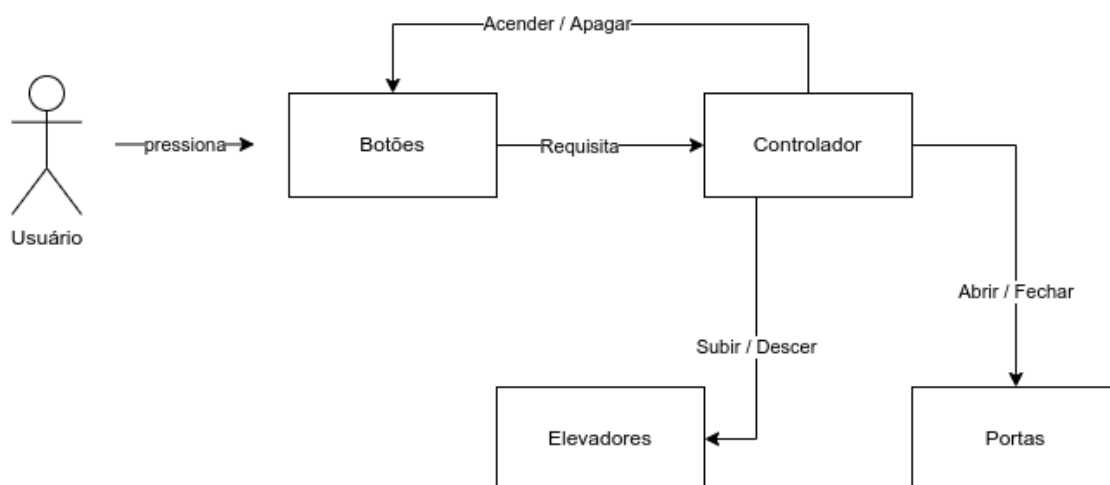
### 1 Introdução

Este projeto consiste em um sistema de elevadores para um prédio de 16 andares (incluindo o térreo) com 3 elevadores disponíveis, e com andares de 5 metros de altura. O sistema terá por funcionalidades a realização de tarefas que são esperadas para elevadores: desde abertura e fechamento de portas, comandos para subida, descida e parada dos elevadores, até acendimento e apagamento de luzes dos botões dos andares.

Um sistema de elevadores é de grande importância para edificações com múltiplos andares, pois facilita o deslocamento das pessoas entre os andares de maneira prática, fácil e razoavelmente rápida. Dessa forma, o projeto lida com uma demanda real, visto que um sistema de elevadores trata justamente dessa necessidade por deslocamentos verticais em prédios e outras construções.

### 2 Descrição do Sistema

O sistema de elevadores desse projeto consiste em um conjunto de 3 elevadores em um prédio de 15 andares (mais o térreo). Nesse sistema, os usuários interagem com botões (que possuem luz interna) para chamar um elevador para seu andar — no caso de um botão de subida ou descida existentes nos andares — ou para mandar um elevador ir para um determinado andar — no caso dos 16 botões internos do elevador. Ao apertar um botão, este acende e é apagado quando o elevador chegar ao andar. Além disso, o sistema também é responsável por controlar a abertura e o fechamento das portas em cada andar, baseado na chegada dos elevadores nestes andares.



**Figura 1:** Diagrama com os principais elementos do sistema

### 3 Interface com o Usuário

---

A interface com o usuário para o sistema de elevadores consiste em alguns componentes, entre eles os botões que podem ser apertados pelo usuário. Isso inclui os botões de subir e descer, para quando o usuário está “chamando” o elevador para seu andar, indicando se ele quer ir para um andar mais acima ou abaixo de onde ele se encontra, bem como os botões internos do elevador, isto é, os 16 botões de andares em cada um dos três elevadores, indicando para onde o usuário quer se deslocar especificamente. Além disso, essa interface também inclui a iluminação dos botões pressionados (tanto os internos do elevador como os botões de subida e descida), que servem de auxílio visual para o usuário saber quais botões já foram pressionados.

Também de certa forma ligados à interface do usuário, deve-se mencionar as portas e as cabines dos elevadores. A primeira, com função de travar ou liberar a entrada e saída de um usuário do elevador, além de servir de referência de quando um elevador chega no andar destinado (quando as portas se abrem), já que não há nenhum *display* informando onde o elevador se encontra. Já as cabines dos elevadores são utilizadas para o usuário adentrar os elevadores e poder se deslocar ao seu andar de destino.

### 4 Identificação dos Stakeholders

---

Os stakeholders desse sistema são: o usuário dos elevadores, isto é, a pessoa que irá utilizar do elevador para se deslocar entre os andares do prédio e o cliente do sistema — no caso, o prédio que está contratando o sistema de elevadores, seu setor administrativo e afins.

### 5 Requisitos de Stakeholders

---

#### 5.1 Usuário

**Requisito 01:** Ao apertar um botão, a luz deste deve acender.

**Requisito 02:** Ao apertar um botão interno do elevador (referente a algum andar), o elevador deve se direcionar ao andar correto.

**Requisito 03:** Ao apertar um botão de subida/descida em um andar, algum elevador deve chegar ao andar dessa chamada e abrir suas portas para o usuário entrar.

**Requisito 04:** Ao chegar em seu destino, a luz do botão apertado pelo usuário deve se apagar.

**Requisito 05:** Ao chegar em seu destino, a porta do elevador deve se abrir para que o usuário possa sair.

#### 5.2 Cliente

**Requisito 01:** O prédio deve possuir 3 elevadores.

**Requisito 02:** O prédio deve possuir 16 andares, incluindo o térreo.

**Requisito 03:** Os elevadores do prédio devem ter botões para os 16 andares.

**Requisito 04:** Os andares do prédio devem ter portas distintas para os 3 elevadores.

**Requisito 05:** Cada andar do prédio deve ter um par de botões de subir e descer.

## 6 Cenários de Operação

---

O sistema foi projetado para o uso em um prédio de 16 níveis (15 andares mais o térreo) com 3 elevadores. O primeiro passo para a utilização é a inicialização do sistema, que manda o elevador para o térreo, com as portas abertas. Isso deve ser feito para todos os elevadores. Assim que essa inicialização ocorrer, os usuários podem começar a se utilizarem do sistema. Para isso, eles podem entrar na cabine de algum elevador (lembrando que todos estão no andar 0 no momento inicial) e pressionar o botão com o andar desejado, como descrito anteriormente. Isso sendo feito, a luz do botão apertado se acende, as portas deste elevador se fecham e o elevador começa a subir. Ele sobe ao andar destinado e, ao chegar lá, para. Quando isso acontece, a luz do botão pressionado pelo usuário dentro do elevador se apaga e as portas se abrem. O usuário pode, então, sair da cabine, pois chegou ao andar desejado.

O cenário de operação mencionado anteriormente é bastante simples. Entretanto, deve-se levar em consideração situações como a chamada do elevador por alguém em um andar diferente do térreo. Para esse caso, após a inicialização do sistema, como os 3 elevadores se encontram equidistantes do andar onde alguém pressionou o botão requisitando o elevador, um dos elevadores irá à esse destino. Para isso, as etapas são, de certa forma, similares ao cenário anterior: o usuário em algum dos 15 andares pressiona o botão de descer ou de subir. A luz do botão se acende e as portas de um dos elevadores (no térreo) se fecham e ele começa a subir. Ao chegar no andar onde foi requisitado, ele para. A luz do botão pressionado se apaga e em seguida as portas se abrem. As próximas etapas já caem no mesmo fluxo de acontecimentos do cenário descrito no parágrafo anterior, iniciando com o usuário selecionando seu destino dentro da cabine e terminando com a abertura das portas no andar desejado.

Tem-se também o cenário de operação mais complexo, que consiste na chamada do elevador quando ao menos um deles não está parado e disponível. Nesse cenário, o estabelecimento de qual elevador atenderá ao chamado se usa de critérios de prioridades baseados na localização atual de todos os elevadores, bem como nas rotas que estes podem estar executando no momento. Após definido qual elevador irá atender ao chamado, o resto do cenário também cai nas situações descritas nos cenários anteriores.

## Parte 1b – Domínio do Problema

---

### 1 Seleção do elevador mais adequado

---

O critério de seleção do elevador mais adequado para atender a uma chamada se dará através da análise dos movimentos atuais dos 3 elevadores e da disponibilidade de cada um, ponderando tais características. No caso de o elevador mais próximo de onde a chamada foi realizada estar parado, a escolha é intuitiva: atende à chamada aquele mais próximo a onde a chamada foi feita. Já para o caso de o mais próximo da chamada estar em deslocamento, uma análise mais detalhada é necessária, visto que não se pode simplesmente atender sempre aquele que está mais próximo, pois isso pode causar falta de atendimento a chamadas de andares mais distantes. É possível notar isso com o seguinte caso simplificado: caso o andar 12 do prédio chame um elevador, onde 2 deles estão parados no térreo e o terceiro (que é o mais próximo ao 12º andar) está em deslocamento do 6º para o 3º, e nesse intervalo de tempo ocorram mais chamadas em andares menores (5º e 4º, por exemplo), este elevador irá atender aos chamados dos andares mais baixos, por estar mais perto deles. Sendo assim, o usuário no 12º andar demora mais tempo para ser atendido do que o necessário. Portanto, o problema da seleção do elevador envolve também variáveis como o sentido em que o elevador está se deslocando no momento de uma chamada, o sentido para onde o usuário deseja ir em relação a si mesmo e em relação ao movimento atual dos elevadores, e demais possíveis combinações ao incluir os outros dois elevadores.

### 2 Segurança e confiabilidade do sistema

---

Por se tratar de um sistema de elevadores, um alto grau de segurança e confiabilidade é necessário, visto que os usuários precisam utilizar-se dos elevadores para deslocamento, possivelmente múltiplas vezes ao dia. Sendo assim, o sistema deve garantir a segurança em questões como a abertura de portas nos momentos corretos, por exemplo, pois erros nesse sentido podem ocasionar acidentes. A segurança, no caso, envolve não permitir a abertura das portas sem que o elevador esteja parado e no andar em questão, para que o usuário adentre a cabine. O sistema também envolve a questão de confiabilidade, visto que os elevadores devem realizar as rotas corretamente, de forma a não destinar os usuários a andares diferentes dos que eles haviam apertado o botão. Essa parte do domínio é bem importante para a modelagem da forma como o sistema irá se comportar após implementado.

## Parte 1c – Especificação

---

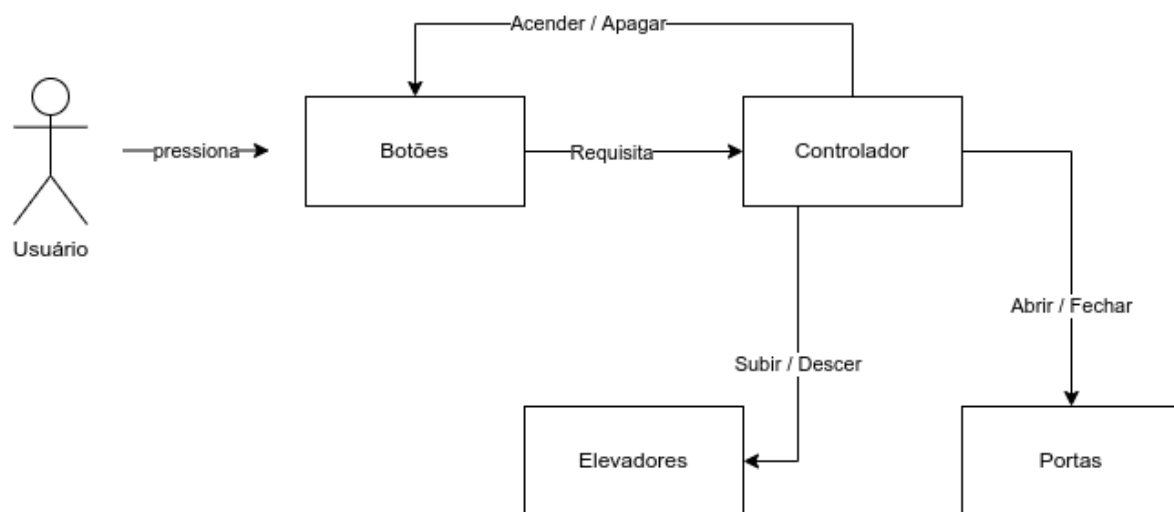
### 1 Introdução

---

Nesta etapa será definida a arquitetura do sistema bem como seus requisitos.

### 2 Estrutura do Sistema

---



**Figura 2:** Diagrama da estrutura básica do sistema

Na figura acima, temos o usuário pressionando botões que geram requisições a um controlador central, o qual de fato comanda os caminhos percorridos pelos elevadores, os momentos certos de se abrir e fechar as portas dos elevadores nos andares e os instantes em que as luzes dos botões devem acender ou apagar. Os botões são a principal parte da interface com o usuário, pois é através deles que os usuários

### 3 Arquitetura funcional

---

A figura abaixo ilustra, de maneira simplificada, a arquitetura funcional do sistema de elevadores. Conforme já mencionado nesse documento, o sistema contará com 3 elevadores, botões internos e externos aos mesmos e portas de elevador em cada andar. Sendo assim, para um usuário que interage com um botão externo, ele requisita um elevador para seu andar, bem como se ele quer subir ou descer. Já para os botões internos, o usuário ordena que o elevador vá para um andar específico. Sendo assim, a situação das portas dos elevadores em cada andar é coordenada pelos elevadores: caso ele esteja parado no andar, a porta respectiva a este elevador neste andar pode ser aberta (ou fechada, caso ele vá começar a se mover).

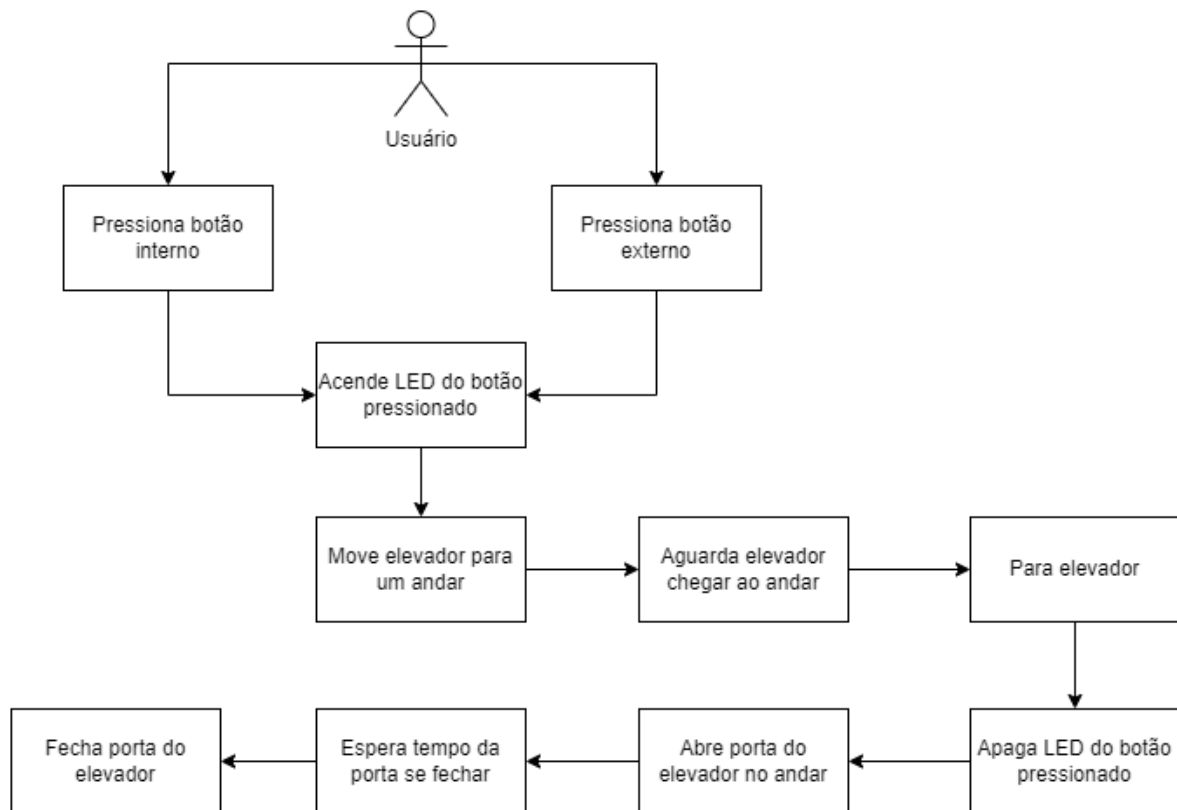


Figura 3: Diagrama da arquitetura funcional do projeto

## 4 Especificação Funcional

**RF-01:** A luz de um botão deverá acender após este ser pressionado.

**RF-02:** A luz de um botão deverá apagar após o elevador parar no andar referente ao botão.

**RF-02.1:** A luz de um botão interno do elevador deverá se apagar quando o elevador chegar ao andar especificado.

**RF-02.2:** A luz de um botão de subida ou descida em um andar deverá se apagar após algum elevador chegar ao andar da chamada.

**RF-03:** A porta de um elevador no andar só deverá abrir quando este parar no andar.

**RF-04:** A porta de um elevador deverá fechar antes dele iniciar um movimento de subida ou descida.

**RF-05:** Todas as chamadas de elevadores devem ser atendidas.

**RF-05.1:** O atendimento das chamadas deverá ocorrer de acordo com um critério de seleção do elevador mais adequado.

**RF-05.2:** Ao menos um elevador deverá se deslocar a um andar com chamada de subida ou descida.

**RF-06:** Um elevador com botão interno pressionado deve se direcionar corretamente ao andar em questão.

## 5 Especificação não Funcional

---

**RNF-01:** Cada andar deverá possuir um botão de subida e um de descida.

**RNF-02:** Cada andar deverá possuir 3 portas, uma para cada elevador.

**RNF-03:** Cada elevador deverá possuir um botão para cada andar.

**RNF-04:** Cada botão deverá possuir uma luz interna.

## 6 Restrições

---

**Restrição 1:** O sistema utilizará a placa Tiva.

**Restrição 2:** O sistema utilizará RTOS.

**Restrição 3:** O sistema será desenvolvido na plataforma IAR Embedded Workbench for ARM.

**Restrição 4:** O sistema será programado em C/C++ e/ou Assembly.

**Restrição 5:** O sistema deverá ser entregue até o dia 15/12/2021.