

# Tutorial para Implementação de Sistema de Monitoramento de Colaboradores em Ambientes de Risco através da leitura de tag's RFID com envio de informação utilizando a arquitetura Publish/Subscriber com o Protocolo AMQP

Caio N Sasaki<sup>1</sup>, Ivan L V Boas<sup>1</sup>, Mateus C Rosa<sup>1</sup>, Rodrigo F Dias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)  
Caixa Postal 50 – 37.500-903 – Itajubá – MG – Brazil

{caiosasaki, ivanleoni30, mateuscr, rodrigofilippo}@unifei.edu.br

**Abstract.** *The project consists of a system for monitoring workers who work in places of high hazard (for example: refrigerator, places with radiation, etc.) and who must meet certain conditions of time to work in these places (for example: workers in a refrigerator must take a break of 20 minutes every 2 hours of work in cold environments). The system will read the RFID tags or tags that will be installed on workers' PPE's and the time that a particular worker is in a restricted environment will be counted. When the time count in which the worker is present in that environment exceeds the restriction, an alert or alarm will be triggered for the worker to leave the site, whether for health, safety or other reasons.*

**Resumo.** *O projeto consiste em um sistema de monitoramento de trabalhadores que atuam em locais de alta periculosidade (por exemplo: frigorífico, locais com radiação, etc) e que precisam cumprir certas condições de tempo para atuarem nesses locais (por exemplo: os trabalhadores de um frigorífico devem realizar uma pausa de 20 minutos à cada 2 horas de trabalho dentro dos ambientes frios). O sistema realizará a leitura das etiquetas ou tag's RFID que estarão instaladas nas EPI's dos trabalhadores e será contabilizado o tempo em que determinado trabalhador está em ambiente restrito. Quando a contagem de tempo em que o trabalhador estiver presente nesse ambiente exceder a restrição, será acionado um alerta ou alarme para que o trabalhador se retire do local, seja por questões sanitárias, de segurança, ou outras.*

**Sumário**

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Tecnologias Utilizadas</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Leitora RFID</b>	<b>3</b>
3.1	Como comunicar com a IF2 . . . . .	4
3.2	DLL's ( <i>Dynamic-link library</i> ) utilizadas . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Instalação das Ferramentas</b>	<b>4</b>
4.1	Instalação C# . . . . .	4
4.2	Instalação Node . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Funcionamento e configuração do Sistema</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Metodologia</b>	<b>5</b>
6.1	Modelagem do banco . . . . .	5
6.2	Criação do broker . . . . .	6
6.3	RabbitMQ . . . . .	7
<b>7</b>	<b>Implementação</b>	<b>7</b>
7.1	FrontEnd . . . . .	7
7.2	Server . . . . .	10
7.3	Client . . . . .	10
<b>8</b>	<b>Referências</b>	<b>11</b>

## 1. Introdução

O sistema RFID (Radio Frequency Identification) realiza a mesma função dos códigos de barra, no entanto, esta é mais precisa, rápida e eficiente, uma vez que, o RFID é um método de identificação automática por radiofrequência que se comunica em curto alcance, onde através de sinais de rádio realiza a leitura automática de etiquetas RF. As etiquetas possuem pequenos chips, que transmitem as informações em tempo real aos sensores. O método funciona de forma bastante ágil, e possui dois componentes que são essenciais: o transceptor e o transponder. O transceptor, conhecido como a antena do sistema realiza a função de captar e armazenar os dados do leitor. E o transponder, que consiste na etiqueta RF, armazena as informações que precisam ser transmitidas.

O uso das etiquetas RFID está aumentando conforme seus benefícios vão sendo conhecidos pela sociedade. Hoje as etiquetas RFID já pode ser encontrada nos mais diversos segmentos, sendo aproveitados para funcionalidades distintas. Podemos citar, por exemplo, em hospitais, onde as etiquetas RFID são usadas para monitorar a temperatura de pacientes, também em pedágios e estacionamento, onde essa tecnologia permite que a passagem de veículos seja controlada.

Considerando o crescente e importante uso da tecnologia RFID averiguou-se a viabilidade e o seu custo benefício para ser aplicado em ambientes de trabalhos com atividades e operações de alto risco eminente, onde se faz necessário o controle de tempo para se permanecer em determinado local e executar as tarefas demandadas sem deixar o trabalho se tornar insalubre e assim proteger a saúde e vida dos colaboradores, como por exemplo em ambientes com temperaturas muito elevadas ou extremamente baixas e até mesmo em locais onde há influência de radiação. Sobre esta perspectiva, então, que o projeto foi elaborado e para tal fim, será descrito o passo a passo do emprego da tecnologia RFID para o controle de tempo em ambiente de alta periculosidade.

## 2. Tecnologias Utilizadas

O sistema foi desenvolvido baseado na arquitetura *publish/subscribe* utilizando o protocolo AMQP (*Advanced Message Queuing Protocol*) para comunicação, como serviço de mensageria o *broker* RabbitMQ e a leitura das tag's RFID UHF GEN2 é realizada de forma contínua pela leitora *Intermec IF2 Network Reader*.

No desenvolvimento do software foi utilizada a linguagem de programação C# para o *publisher* e Node.js para o *subscriber*, a interface gráfica foi desenvolvida utilizando HTML e CSS. Os dados são persistidos em um banco de dados relacional, o MySQL.

## 3. Leitora RFID

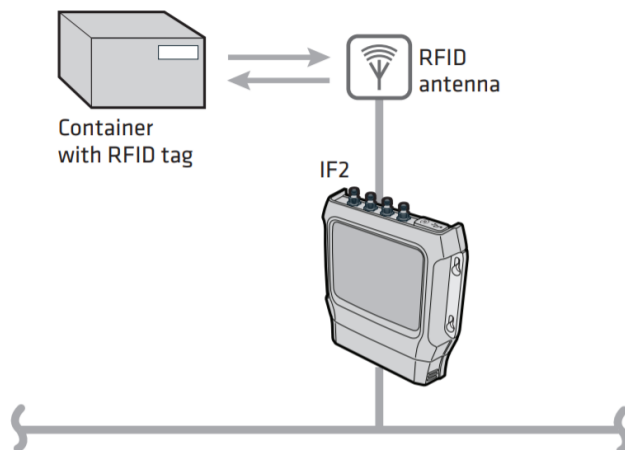
A leitora RFID utilizada é uma *Intermec IF2 Network Reader*, a qual fornece conectividade entre os dados de uma tag RFID e um sistema empresarial.

A Intermec IF2 vem em uma configuração padrão sem memória interna ou uma opção de memória expandida.

- Para o padrão IF2, a aplicação desenvolvida reside em um servidor remoto que realiza a comunicação com a leitora. Neste caso todo o processamento de informações é processado no servidor remoto.

- Para o IF2 com a opção de memória expandida, a aplicação desenvolvida pode ser hospedada na leitora e o processamento é local, neste caso.

A leitora encaminha os dados da tag RFID para a rede Ethernet, conforme mostrado na ilustração a seguir.



**Figura 1. Leitora IF2 em uma rede Ethernet com fio**

Para mais detalhes sobre a leitora e mais formas de configuração, segue o link da documentação completa disponível no site da Honeywell [4 ].

### 3.1. Como comunicar com a IF2

Por padrão a IF2 é configurada para receber o endereço IP configurado no DHCP de sua rede. Dessa forma, a leitora funcionará normalmente estará acessível no momento que conectá-la à sua rede pela porta Ethernet. Nesse caso basta acessar a interface do navegador da web utilizando o endereço IP que a leitora recebeu pelo DHCP. Os dados padrão de acesso à interface do navegador da web são:

- **username:** intermec
- **password:** intermec

### 3.2. DLL's (*Dynamic-link library*) utilizadas

Para o desenvolvimento da aplicação para a leitora foram utilizadas duas bibliotecas: *Intermec.DataCollection.RFID.AdvancedBRI.FF3.5.dll* e *Intermec.DataCollection.RFID.BasicBRI.FF3.5.dll*.

Ambas as bibliotecas estão disponíveis no repositório de softwares da Honeywell, acessível no link [5 ] após a criação de uma conta.

## 4. Instalação das Ferramentas

### 4.1. Instalação C#

O tutorial de instalação do Visual Studio juntamente à linguagem de programação C# é retirado do site da Microsoft e está disponível no link a seguir: [6 ]

## 4.2. Instalação Node

A instalação do Node.js é feita no próprio site da desenvolvedora: [7], onde deve instalar a versão referente ao sistema operacional e utilizar o editor de códigos de preferência, aqui utilizamos o Visual Studio. O Node.js já vem pronto para ser utilizado.

## 5. Funcionamento e configuração do Sistema

A solução do sistema funciona da seguinte maneira: São utilizadas uma leitora RFID *Intermec IF2 Network Reader*, duas antenas RFID conectadas às portas de antena da leitora, uma tag RFID para cada EPI utilizada pelos colaboradores. São necessários para o funcionamento da solução: conexão Ethernet da leitora e fonte de energia para ligar a leitora.

A leitora deve estar posicionada entre a entrada e a saída do local em que os colaboradores devem realizar suas atividades. Desta forma assumimos que há uma passagem apenas para que os colaboradores entrem no local e uma passagem apenas para que os colaboradores saiam do local.

Desta forma, uma das antenas deve estar posicionada na passagem de entrada e a outra antena deve estar posicionada na saída. Quando um colaborador equipado com uma EPI que possui uma tag RFID instalada passa pela passagem de entrada, a aplicação da leitora realiza a leitura dos dados dessa tag, sendo os dados: informação na memória (no formato hexadecimal), data e hora em que a tag foi lida e antena que realizou a leitura desta tag.

A aplicação da leitora reconhece o evento de leitura de tag e envia em formato de mensagem através do protocolo AMQP para a fila de mensagens do broker RabbitMQ. Neste momento o *subscriber*, o qual está escutando esta fila de mensagem do broker, recebe a mensagem com informações da tag, insere essas informações no banco, realiza os cálculos de horário de entrada e saída, cronometragem (tempo que o colaborador permaneceu dentro do local de risco) e a situação do colaborador (se está dentro do local ou se já saiu do local) e apresenta todas essas informações na interface gráfica do sistema.

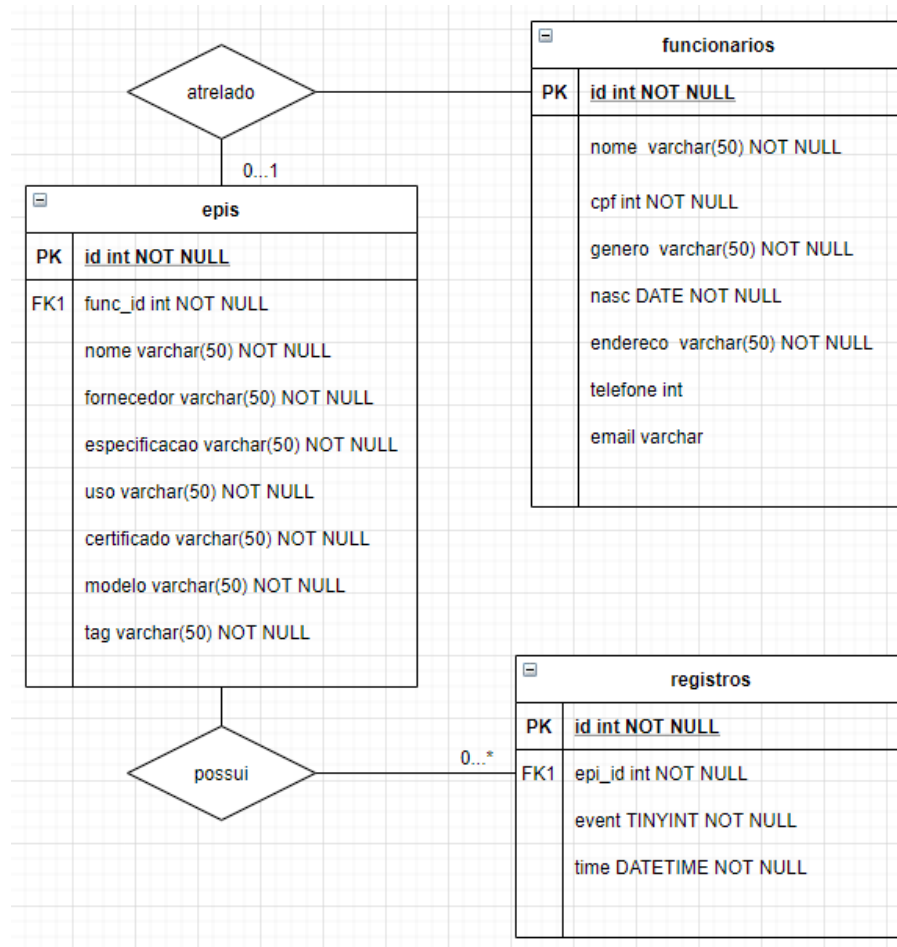
## 6. Metodologia

### 6.1. Modelagem do banco

Visando o melhor entendimento das entidades e como elas se relacionam optou-se em desenvolver um Modelo Entidade Relacionamento (MER)(figura 2). Para essa finalidade utilizamos o aplicativo *diagrams.net*. Esta ferramenta possui uma integração com o google drive, permitindo com que múltiplos usuários possam trabalhar simultaneamente.

A entidade funcionário possui atributos que representam informações pertinentes a um funcionário, ele possui o id como chave primária. A entidade EPIs representa Equipamentos de Proteção Individual, em um exemplo de aplicação real um funcionário pode ter vários EPIs. São esses equipamentos que possuem TAG's RFID e são sempre atrelados a um funcionário.

No projeto desenvolvido neste trabalho, optou-se em criar uma entidade EPIs para representar um conjunto de equipamentos, portanto, a leitura das TAG's RFID de um Equipamento de Proteção Individual permite a identificação de um funcionário (o EPIs



**Figura 2. Modelo Entidade Relacionamento**

possui uma chave estrangeira contendo o id do funcionário) e com isso inicia a cronometragem do tempo máximo permitido que o mesmo pode estar no ambiente.

No reconhecimento de uma atividade de leitura, uma linha é adicionada na tabela *registros*, onde há um id do registro em si e também uma chave estrangeira atrelada ao EPI em questão, o tipo do evento, se é entrada ou saída e o horário do mesmo.

## 6.2. Criação do broker

O broker foi criado na nuvem, para maior facilidade no acesso as filas. O broker utilizado neste trabalho foi o RabbitMQ, embora existam outros (Apache Kafka, por exemplos) optamos pelo RabbitMQ pela facilidade em encontrar dados e algumas aplicações já prontas em sua documentação. O site utilizado para a criação do mesmo foi o <https://www.cloudamqp.com>. Para criação de seu próprio broker, basta realizar *login* no site citado e então escolher o plano de preferência. Optamos pela criação e plano gratuito do broker, cujo nome é *Little Lemur*. Assim que é criado, os links de acesso, a serem utilizados no código, por exemplo, como a URL e a senha já são informadas. Neste mesmo local, já é possível gerenciar as informações do broker através da funcionalidade *RabbitMQ Manager*. [RabbitMQ Tutorials]

O gerenciamento do broker é importante, especialmente para verificação das filas

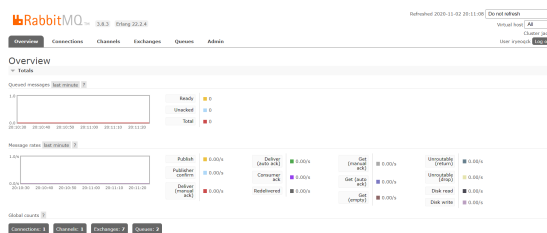


Figura 3. Detalhamento Geral do RabbitMQ

e mensagens enviadas, tendo em vista a interface amigável, facilmente pode-se ver detalhes gerais do broker, conexão, canais, trocas e filas. Todas as configurações são feitas de maneira automática. [3 ]

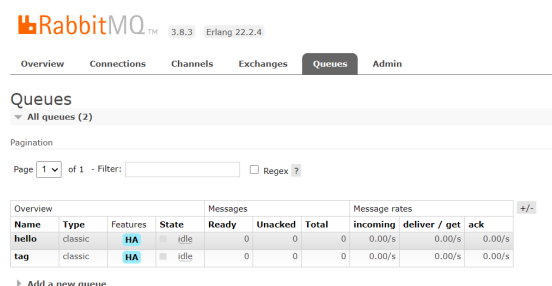


Figura 4. Detalhamento das Filas do RabbitMQ

### 6.3. RabbitMQ

Como já dito anteriormente, o broker utilizado neste trabalho foi o RabbitMQ, sendo um broker *open source* e um dos mais utilizados. broker este que funciona através do envio de mensagens utilizando as filas. As filas no RabbitMQ são nada mais que coleções de mensagens que são postas em fila então entregues aos clientes utilizando a denominação *first in first out*. [2 ]

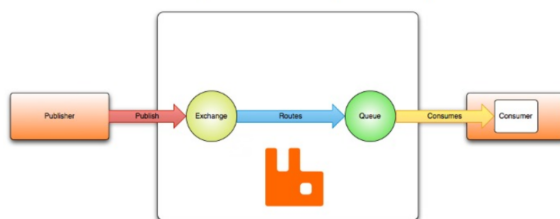


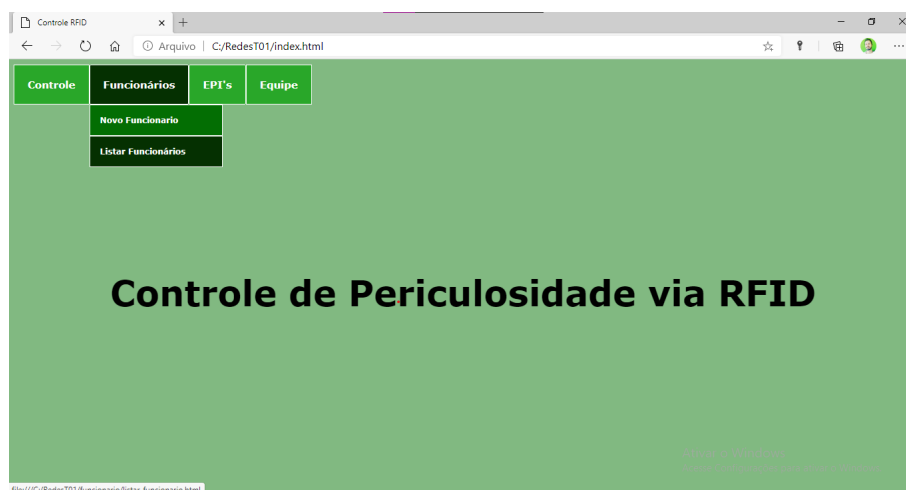
Figura 5. Funcionamento do RabbitMQ

## 7. Implementação

### 7.1. FrontEnd

O FrontEnd da nossa aplicação foi construído apenas com HTML e CSS, onde a tela de abertura consiste basicamente em um menu com as opções para o controle, o funcionário com sub-menu para cadastrar um novo colaborador e um outro para visualizar todos os

colaboradores cadastrados no sistema, e também o menu terá ainda a opção EPI com sub-menu para cadastrar um novo EPI e para visualizar todos os EPIs cadastrados no sistema. Assim conforme mostra a figura 6.



**Figura 6. Tela de Abertura**

Na opção de controle do menu deverá apresentar os funcionarios que estão trabalhando no ambiente peculoso, ou seja, todos os colaboradores que via RFDI estão realizado atualmente as tarefas demandadas pelo seu trabalho e os repectivos tempos de entrada, saída e ainda contém o relógio contador para controlar o tempo de permanência no local de trabalho. Assim conforme mostra figura 7.

ID	FUNCIONÁRIO	TAG	STATUS	CRONOMETRAGEM	HORÁRIO DE ENTRADA	HORÁRIO DE SAIDA
1	José Luiz da Silva	111111	Dentro	00:30:03	12:00:00	00:00:00
2	Maria Benedita Lamin	222222	fora	01:00:00	11:00:00	12:00:00
3	Pedro Lamin Costa	333333	Dentro	00:20:01	12:30:00	00:00:00
4	João Marculino Pereira	555555	fora	01:00:00	11:30:00	12:30:00

**Figura 7. Dados da Tela de controle**

O cadastro do colaborador receberá os atributos de cada funcionário para seu registro no sistema, assim conforme mostra a figura 8.



**Figura 8. Tela para cadastrar Funcionário**

A lista de colaboradores deverá mostrar todos os colaboradores cadastrados conforme os exemplos da figura 9.

ID	COLABORADOR	GENERO	NASCIMENTO	CPF	ENDEREÇO	TELEFONE	EMAIL
1	José Luiz e Silva	Masculino	1980-02-01	07823479054	R. Emilia, nº 70 Taubaté	(35)3633-4079	jose@gmail.com
2	Maria Benedita Lamin	Feminino	1983-08-03	49456424693	R. Narizinho, nº4 Tremembé	(35)3455-3089	maria@hotmail.com
3	Pedro Lamin Costa	Masculino	1983-04-03	23145643784	AV. Padre Afonso, Taubaté	(35)3633-4567	pedro@hotmail.com
4	João Marculino Pereira	Masculino	1981-05-09	43567324782	R. Visconde, nº3, Taubaté	(35)3622-5077	joao@gmail.com
5	Ana Helena Rodrigues	Femino	1982-11-23	94253413894	Av. Loureno Donizete, nº 45 Tremembé	(35)2455 - 5863	ana@hotmail.com

**Figura 9. Lista de Colaboradores da empresa**

O cadastro de EPI receberá os atributos de cada EPI com seu respectivo RFIF e funcionário para assim realizar o seu cadastro, assim conforme o exemplo da figura 10.

**Figura 10. Tela para Cadastrar EPI**

A lista De EPIs devera mostrar todos os EPIs com os seus respectivos funcionarios cadastrados no sistema conforme os exemplos da figura 11.

ID	EPI	FABRICANTE	FORNECEDOR	ESPECIFICAÇÃO	USO	CERTIFICADO	MODELO	RFID	FUNCIONÁRIO
1	Luva Alaska	DANNY LTDA	saude e vida Cia Ltda	luvas de PVC -45°C	Mãos	ANVISA	DA-23000	111111	José Luis e Silva
2	Luva Alaska	DANNY LTDA	saude e vida cia Ltda	luvas de pvc -45°C	Mãos	ANVISA	DA-2300	222222	Maria Benedita Lamin
3	PolarFlex	DANNY LTDA	Sua saúde Ltda	luvas de segurança termica -40°C	mãos	ANVISA	DA-23500	333333	Pedro Lamin costa
4	PolarFlex	DANNY LTDA	Sua saúde Ltda	luvas de segurança termica -40°C	mãos	ANVISA	DA-23-500	555555	João Marculino Pereira

Figura 11. Lista de EPIs Cadastrados

### 7.2. Server

A conexão do servidor com o *broker* RabbitMQ foi desenvolvida na linguagem Node.js, embora a conexão possa ser feita em outras linguagens. No site da própria desenvolvedora <https://www.rabbitmq.com/getstarted.html> já existem programas exemplos em muitas outras linguagens, por exemplo, *python*, *java*, *PHP*. A conexão é feita com o auxílio de uma biblioteca feita pela própria RabbitMQ, no nosso caso *amqplib/callback\_api*, após a inclusão da mesma, deve-se inserir as credenciais fornecidas pelo site de criação do *broker*, que seria a URL do AMQP e a senha (caso seja implementado de forma local, então a URL seria *http://localhost:15672/*), foram criados dois programas, um para envio de mensagens e outro para o recebimento.

Para envio da mensagem, deve-se declarar a fila em que a mensagem será enviada e a mensagem para ser enviada, nota-se que a mensagem é um *String*, portanto, cabe ao receptor da mensagem fazer as tratativas necessárias para essa mensagem recebida. Feito o envio da mensagem, o receptor ou *subscriber*, idealmente, deve estar a postos, sendo que a conexão com o *broker* é feito da mesmíssima maneira que o *publisher*, só que sem declarar a mensagem, já que o mesmo irá recebe-la. As filas declaradas em ambos os códigos devem ser as mesmas para que sejam identificadas.

```
[x] Enviado ASD123,1,2020-02-01 12:00:00
```

Figura 12. Envio de uma mensagem

```
[*] Esperando mensagens em tag. Para sair, pressione CTRL+C
[x] Recebido ASD123,1,2020-02-01 12:00:00
```

Figura 13. Recebimento de uma mensagem

### 7.3. Client

O *client* é composto por duas partes, a primeira parte é composta pela comunicação com a leitora RFID e a recepção dos eventos de leitura de tag's e a segunda parte é composta pelo envio para o *broker* das informações captadas pela leitura da tag. O *client* da aplicação foi desenvolvido em C# (.Net Framework) devido a utilização da biblioteca do C# utilizada para comunicação com a leitora RFID. A biblioteca *RabbitMQ.Client* foi utilizada para comunicação com o *broker* RabbitMQ utilizando as credenciais fornecidas pelo site de criação do *broker*.

As informações dos dados de leitura das tag's são recebidos através do reconhecimento do evento de leitura da leitora, os dados são selecionados e a seguir são reunidos em

uma única *String* e enviados para o broker através da conexão com as devidas credenciais de comunicação.

## 8. Referências

### Referências

Download node.js. <https://nodejs.org/en/download/>. Accessed: 2020-10-30.

Honeywell list of software. <https://hsmftp.honeywell.com/>. Accessed: 2020-10-30.

If2 network reader user guide. <https://www.honeywellaidc.com/-/media/en/files-public/technical-publications/rfid/if2/935-040.pdf>. Accessed: 2020-10-30.

Manual de instalação visual studio e c#. <https://docs.microsoft.com/pt-br/visualstudio/install/install-visual-studio?view=vs-2019>. Accessed: 2020-10-30.

Rabbitmq documentation. <https://www.rabbitmq.com/documentation.html>. Accessed: 2020-10-30.

Rabbitmq queue. <https://www.rabbitmq.com/queues.html>. Accessed: 2020-10-30.

RabbitMQ Tutorials. Rabbitmq tutorials. <https://www.rabbitmq.com/getstarted.html>. Accessed: 2020-10-30.