TECNOLOGIA RFID: UM ESTUDO DE CASO PARA CONTROLE DE ACESSO EM ESCOLAS

RFID Technology: A Case-study for Access Control in Schools

MATEUS VICTORIO ZAGONEL[1]*, CRISTIAN CLEDER MACHADO[1], CASSIANO MÔNEGO[1].

[1]Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, URI – Câmpus de Frederico Westphalen – RS.
*mateuszagonel@hotmail.com.

Resumo: Atualmente, administradores de escolas possuem dificuldades em monitorar e identificar os alunos que mais faltam ou que chegam atrasados. Essa tarefa se torna árdua quando o número de alunos é elevado. Para aliviar esses problemas, uma das possíveis soluções é o uso de tecnologias que possam auxiliar os administradores em tal controle. Dentre as possíveis tecnologias existentes destaca-se a Identificação por Rádio Frequência (RFID, *Radio Frequency Identification*). Esta tecnologia tem sido amplamente utilizada para identificação de produtos e controle de acesso de pessoas em ambientes onde o gerenciamento manual torna-se uma tarefa difícil de ser executada. Neste contexto, este trabalho apresenta um sistema para controle de acesso de alunos em escolas utilizando RFID. Uma das características principais é a capacidade de registrar a data e o horário de entrada e saída dos alunos no ambiente escolar sem a necessidade de intervenção humana. Além disso, os controles de presença efetuados manualmente poderão ser eliminados e dados estatísticos poderão ser gerados para que os administradores possam utilizá-los posteriormente. Os experimentos demostram que é possível identificar horários de chegada dos alunos, bem como identificar alunos faltantes, além de identificar os locais por onde um determinado aluno passou na escola.

Palavras-chave: RFID, Sistema de Controle de Acesso, Controle de Alunos, Evasão Escolar.

Abstract: Currently, school administrators have difficulties to monitor and identify students who more missing or arriving late. This task becomes difficult when the number of students is high. To alleviate these problems, a possible solution is the use of technologies that can assist administrators in such control. Among the possible existing technologies there is the Radio Frequency Identification (RFID, Radio Frequency Identification). This technology has been widely used for product identification and access control of people in environments where manual management becomes a difficult task to be performed. In this context, this paper presents a system for students access control in schools using RFID. One of the main features is the ability to record the date and time of entry and exit of students in the school environment without the need for human intervention. In addition, manually made presence controls may be deleted and statistical data may be generated so that administrators can use them later. The experiments demonstrated that it is possible to identify the arrival of students schedules and identify missing students, and identify the places where a particular student spent at school.

Keywords: RFID, Access Control System, Students Control, Student Dropout.

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novas tecnologias e a sua utilização nas mais variadas áreas de atuação, surgiu à necessidade de estudar maneiras ou formas de maximizar a produção de empresas, aumentar a segurança de ambientes e substituir a mão de obra humana pela mecânica (máquinas). A partir disso, todo tipo de estudo e esforço que trouxesse menos dispêndio e melhores resultados para os empregadores e empregados passou a ser válido.

Para substituir ou auxiliar o ser humano em determinadas tarefas, uma das tecnologias utilizadas é a Identificação por Rádio Frequência (RFID, *Radio Frequency Identification*). O RFID trata-se de uma tecnologia de rastreamento e localização em que, por meio de uma "etiqueta", objetos são localizados, mesmo estando distantes ou atrás de obstáculos.

Um ambiente propício para o uso da tecnologia RFID é o escolar. Em escolas com ambientes maiores e aumento na quantidade de alunos, é muito difícil identificar os locais onde um aluno está em determinado momento, pois não se tem a certeza de que o aluno veio à escola, a não ser que sua presença seja verificada em sala de aula. Outro problema enfrentado pelos professores é a hora de realizar a chamada para identificar os alunos presentes. Essa tarefa, normalmente, cria um momento agitado, o que implica na perda de vários minutos da aula. Além disso, os responsáveis por cada aluno (pais, irmãos, babas, etc.) não têm a certeza de que o aluno foi e permaneceu na escola por todo o tempo.

Neste contexto, este trabalho apresenta um sistema que realiza a integração da tecnologia RFID com um sistema de controle de acesso de alunos em uma escola. O sistema é responsável pela localização dos alunos, bem como demonstrar o horário de entrada, a data e o horário de saída do ambiente escolar.

O referido sistema representa uma possível solução as dificuldades de controle e gerenciamento dos alunos. Com este trabalho, problemas de segurança poderão ser amenizados, pois podem ser localizados os lugares em que cada aluno se encontra no ambiente. Da mesma forma, com a obtenção de tais dados, os administradores do ambiente terão um melhor controle da localização dos alunos, bem como a criação de dados estatísticos que acompanhem a média diária do número de alunos presentes, o número de

alunos faltantes e os horários de acesso e saída dos alunos da escola.

O trabalho segue a seguinte organização. Na seção 2 inicialmente é feita uma breve apresentação da tecnologia RFID, de forma a descrever seus componentes principais, divisões e como se dá seu funcionamento. Na seção 3 é apresentado o hardware RFID utilizado e o protótipo desenvolvido para realizar o controle de acesso dos alunos no ambiente escolar. Na seção 4 é apresentada a maquete construída e os testes realizados com esta para validar este estudo de caso. Por fim na seção 5, os autores descrevem suas conclusões sobre o assunto e as sugestões para trabalhos futuros.

2 RFID

A tecnologia *Radio Frequency IDentification* (RFID), ou Identificação por Rádio Frequência é formada basicamente por leitores, antenas e etiquetas. As etiquetas se comunicam com o leitor por meio das ondas de rádio localizando e identificando diversos tipos de objetos (MULLER apud FERREIRA e DELGADO, 2010).

Fundamentalmente, as etiquetas RFID fornecem a mesma funcionalidade dos códigos de barra impressos. Porém, a grande diferença é que a identificação não ocorre por contato manual, mas sim, por meio de ondas eletromagnéticas. Desta maneira, para efetuar a comunicação, os leitores verificam as etiquetas que estão ao seu alcance e obtém o seu identificador. Ao obter o identificador, é possível realizar os controles e o tratamento da informação com *softwares* específicos, de acordo com a necessidade, que pode ser, controlar acesso de pessoas a um ambiente, localizar produtos, automatizar cadastros, destravar portas, entre outros (FERREIRA e DELGADO, 2010; ROUSSOS, 2008, HENRICI, 2008).

A forma como os leitores se comunicam com as etiquetas varia de acordo com suas características. No entanto, os sistemas RFID têm duas características únicas:

- A Eletricidade que é necessária para o funcionamento da *tag*, a qual é transmitida pelo leitor; e
- A forma diferente de comunicação entre a *tag* e o leitor. Essa comunicação é realizada através do próprio sinal que o leitor emite para alimentar a *tag*.

2.1 Componentes de um Sistema RFID

Um sistema RFID é formado basicamente por três itens principais: as *tags* ou *transponders*, os *readers* ou *transceivers* e o *Middleware* ou *backend*. A Fig. 1 apresenta um esquema com os componentes de um sistema RFID (HENRICI, 2008).

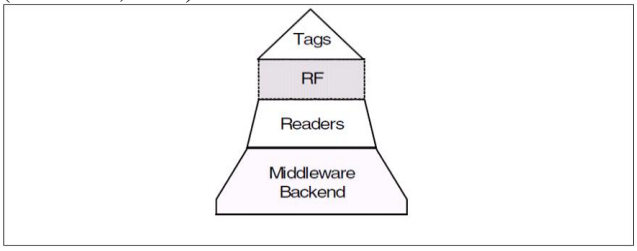

Fig. 1. Componentes de um Sistema RFID

2.1.1 Tags ou Transponders

As *Tags* ou *Transponders* correspondem às etiquetas. A denominação *Transponder*, é a junção das palavras *TRANSmitter/ResPONDER* que quer dizer transmitir e responder, ou seja, atender as solicitações do leitor, essa denominação é utilizada apenas por alguns autores (HENRICI, 2008; SANTINI 2008).

Uma *tag* é composta basicamente por:

- **Antena:** A antena tem a função de transformar a energia eletromagnética guiada pela linha de transmissão em energia eletromagnética irradiada e vice-versa. O tipo de antena determina o alcance das *tags*, o seu funcionamento e o tipo de sistema.
- **Microchip:** Os microchips possuem toda a parte lógica da *tag*. São responsáveis por armazenar seu Identificador que corresponde ao ID, código que será buscado pela leitora no sistema.
- **Encapsulamento/Embalagem:** Corresponde ao material em que o *chip* e a antena são fixados. Existem inúmeros tipos de materiais, variando de acordo com a aplicação. Alguns dos materiais mais comuns são: plástico, silicone e vidro (HENRICI, SANTINI, 2008).

A

Fig. 2 mostra os componentes de uma *tag*, com as características descritas anteriormente.

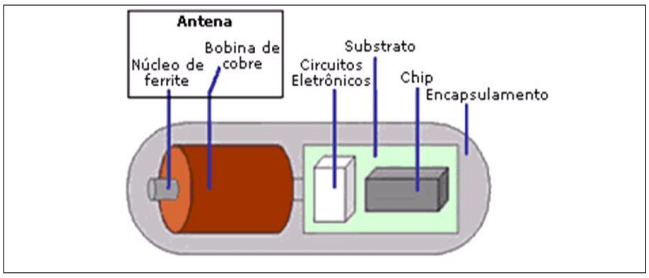

Fig. 2. Componentes de uma *Tag*.

2.1.2 Readers ou Transceivers

Os *Readers* ou *Transceivers* correspondem aos leitores. A denominação *Transceiver* é utilizada por ser uma concatenação das palavras *TRANSmissor/reCEIVER*, transmissor e receptor, respectivamente. Transmissor por transmitir energia às *tags* e receptor por receber o identificador das mesmas (HENRICI, 2008).

Os leitores constituem o elo de ligação entre as *tags* e os sistemas de aplicação ou *Middleware*. São compostos por uma antena eletrônica para comunicação, um microprocessador para o controle de inventário e acesso as etiquetas, e uma interface para enviar os dados para as aplicações externas. Em etiquetas passivas o leitor também é responsável por fornecer energia para ativá-las e poder realizar a comunicação com estas (HENRICI, 2008).

A Fig. 3 apresenta um leitor RFID com seus componentes principais. Leitores são compostos basicamente por: uma antena para comunicação; o controlador que é responsável pela lógica; e a porta USB como interface de comunicação com o *Middleware*.

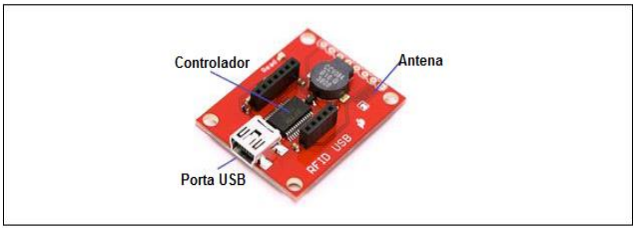

Fig. 3. Componentes Principais de um Leitor RFID.

Existem dois tipos de leitores: os leitores estacionários e os leitores móveis. Os leitores estacionários são fixos e possuem uma conexão de rede permanente. Já os leitores Móveis, como o próprio nome diz, podem ser movimentados e utilizam diferentes redes, dependendo de sua localização (HENRICI, 2008).

2.1.3 Middleware ou Backend

O *Middleware* ou *Backend* corresponde a uma camada intermediária que faz a ligação entre o leitor e as aplicações. Um sistema RFID não seria completo sem o uso de um *middleware,* pois os leitores fariam as leituras das etiquetas e os controles e ações ficariam restritos ao *hardware* do leitor. O *middleware* é responsável por realizar a comunicação entre sistemas de RFID com as aplicações sem se preocupar com as diferenças de protocolos de comunicação e interfaces de baixo nível. Já as aplicações são responsáveis pelo tratamento, armazenamento e controle das informações obtidas por meio dos leitores (HENRICI, 2008; SANTINI, 2008).

Em um sistema RFID a importância da utilização de um *middleware* se deve ao fato dele poder isolar a camada lógica (aplicações) da camada física (*hardware* do sistema - leitores e *tags*). Em caso de uma atualização dos leitores e das *tags*, é facilitada a migração, pois não será necessário atualizar ou recodificar as aplicações (HENRICI, 2008).

De acordo com Henrici (2008), um *middleware* possui as seguintes funções:

- Fornecer dados para outros sistemas de TI, que estejam integrados a ele;
- Trocar dados com outros sistemas;
- Tratar erros de leitura e dados inválidos;
- Separar leitores das aplicações;
- Separar os tipos de *tag* da aplicação;
- Ser flexível, transparente e separável dos componentes do sistema.

2.2 Funcionamento das Tags

Os sistemas RFID funcionam pelo simples processo de recuperação do identificador contido na *tag,* tendo o leitor como responsável por esse processo. O funcionamento da tecnologia é apresentado na Fig. 4.

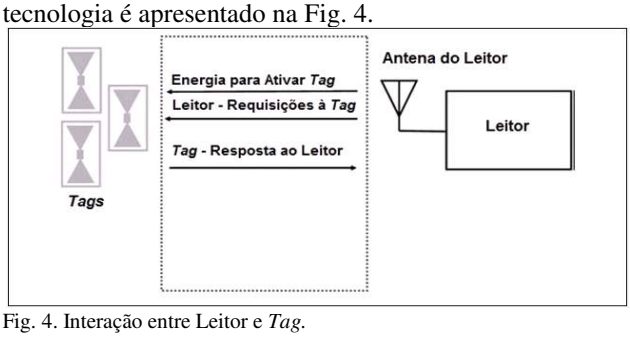

Fig. 4. Interação entre Leitor e *Tag.*

A Fig. 4 trata de um sistema RFID passivo com *tags* somente leitura, em que o leitor é responsável por fornecer energia às *tags*. Ao fornecer energia a uma *tag,* esta será ativada para que, posteriormente, o leitor solicite o seu identificador (ID). Em seguida, ao receber a solicitação, a *tag* responde enviando o seu ID para o leitor. Por fim, o leitor armazena o ID e o envia para o *middleware* e para as aplicações (ROUSSOS, 2008).

Em *tags* que possuem escrita e leitura do identificador, a obtenção do ID se torna mais complexa. Nesse caso, para descobrir quais etiquetas estão ao seu alcance, o leitor envia requisições para todas as *tags* (TANENBAUM e WETHERALL, 2011).

2.3 Comunicação Tag-Leitor

Na comunicação de RFID, diferentemente dos códigos de barra, não é necessário que haja um contato direto entre o leitor e a *tag*, pois estes se comunicam por ondas eletromagnéticas (HENRICI, 2008).

Em se tratando de comunicação, existem dois tipos de trocas de dados em RFID, variando de acordo com as características das *tags.* O primeiro tipo é a comunicação *Half Duplex*, em que estabelecida à comunicação, apenas a *tag* ou o leitor podem transferir dados, um de cada vez. Esse tipo de comunicação é utilizada por *tags* passivas e pode ser comparada com uma via de mão única. O segundo tipo é a comunicação *Full Duplex,* em que a *tag* e o leitor podem trocar informações ao mesmo tempo. O modo de comunicação *Full Duplex*, analogamente, é semelhante a uma via de mão dupla (SANTINI, 2008).

Outra questão importante na comunicação é a forma de acoplamento entre as *tags* e o leitor, também denominada *air interface* ou interface aérea. Os dois tipos principais de acoplamento, para *tags* passivas, são:

- **Acoplamento por *backscatter***: É a forma de acoplamento para *tags* passivas. Nesse tipo de acoplamento o leitor alimenta as *tags* ativando-as e estas utilizam a energia do leitor para enviar seu identificador. Para o leitor decodificar esses dados ele precisa filtrar o próprio sinal que ele está transmitindo. O acoplamento por *backscatter* funciona de forma parecida a um espelho, em que o sinal que o leitor envia é refletido com o identificador da *tag*, se esta estiver na sua área de alcance. No acoplamento por *backscatter* apenas haverá comunicação *Half Duplex* (TANENBAUM e WETHERALL, 2011).
- **Acoplamento Indutivo:** Assim como no acoplamento por *backscatter*, o leitor deve alimentar as *tags* para funcionamento. A principal diferença está na forma de alimentação, pois é criado um campo eletromagnético de alta frequência (REI, 2008; SANTINI, 2008).

A Fig. 5 mostra um exemplo de acoplamento indutivo. Nesse tipo de acoplamento é criado um campo magnético fazendo com que exista a comunicação.

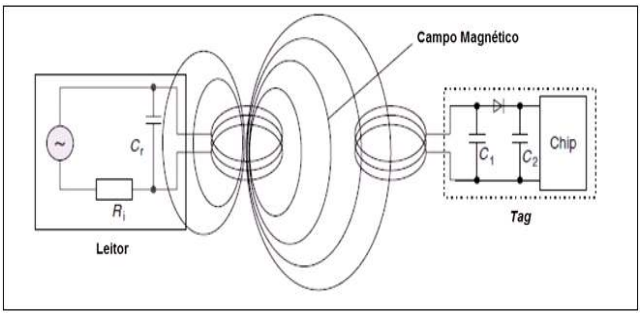

Fig. 5. Acoplamento Indutivo entre Leitor e *Tag*.

Na Fig. 5 o leitor é responsável por criar um campo magnético com a *tag*. Para que o leitor consiga criar esse campo é necessário que ele possua uma grande área de bobina funcionando como antena. Esta emite uma onda maior que a distância entre o leitor e a *tag* gerando um campo alternado. Dentro do campo magnético alternado é gerada uma tensão, esta é responsável por alimentar a *tag* por indução (REI, 2010; SANTINI, 2008).

3 SCRA (SISTEMA DE CONTROLE E RASTREAMENTO DE ALUNOS)

Nesta seção será descrito o protótipo do Sistema de Controle e Rastreamento de Alunos (SCRA). Para desenvolvimento e execução deste trabalho foi necessário um *hardware* RFID. Suas especificações são:

- **Dimensão:** 10,8 x 7,8 x 2,8 cm.
- **Frequência:** 125 KHz.
- **Tipo de Cartão Suportado:** EM ID 4100 ou compatível com este.
- **Distância de Alcance:** 1-5 cm.
- **Alimentação:** DC 5V (+/- 5%) via USB.
- **Interface:** USB.
- **Temperatura de Operação:** -10ºC até 70ºC.
- **Velocidade de Comunicação:** 106 Kbit/s.

O Banco de dados utilizado para integração com a aplicação é o MySQL. O mesmo foi escolhido por atender todas as necessidades da aplicação e por ser um banco de dados gratuito. A linguagem de programação utilizada foi o Java. Essa linguagem foi escolhida por ser uma tecnologia "portável", suportada por vários sistemas operacionais e amplamente utilizada para o desenvolvimento de diversos tipos de aplicações tanto locais quanto *web* (MYSQL, 2014; JAVA, 2014).

3.1 *Protótipo*

Para validação do sistema, um protótipo foi desenvolvido com as seguintes principais funções:

- Login Usuário;
- Desconectar Usuário;
- Recuperar Senha de Usuário;
- Cadastrar/Editar/Excluir Aluno e Responsável.
- Cadastrar/Editar/Excluir Cidade.
- Cadastrar/Editar/Excluir Escola.
- Cadastrar/Editar/Excluir Funcionário.
- Cadastrar/Editar/Excluir Tag.
- Cadastrar/Editar/Excluir Usuário.
- Associar/Desassociar Aluno/Tag.
- Consulta - Acompanhamento de Alunos;
- Cadastrar Evento (Entrada/Saída);
- Relatórios diversos tais como dados pessoais do aluno, do responsável, de funcionários; Tags; Tags Associadas a Alunos, entre diversos outros;
- Relatórios dinâmicos tais como alunos ausentes; alunos com saída pendente; alunos que chegam atrasados; eventos por aluno; horários de chegada e saída mais comuns; entre diversos outros.

O SCRA apresenta inúmeros formulários de cadastro e acompanhamento. Cada função citada anteriormente possui um formulário para inserção e/ou consulta dos dados no sistema. A Fig. 6 apresenta o menu principal do sistema. A marcação 1, corresponde ao menu clássico, com todas as funções possíveis do sistema. A marcação 2 corresponde ao *toolbar* com as opções de cadastramento do sistema. A marcação 3, corresponde ao *toolbar* com a função de associar Aluno a *Tag*.



Fig. 6. Menu Principal do Sistema.

Ainda em se tratando da Fig. 6, a marcação 4 se refere a função de Acompanhamento de alunos - identificando locais por onde estes passaram na escola – e a função de Entrada/Saída – responsável por realizar os registros dos alunos nos leitores da escola. A marcação 5 corresponde ao botão de encerrar a aplicação. Por fim, a marcação 6 apresenta o nome de usuário autenticado e a opção de *logoff* (rótulo), possibilitando a troca de usuário.

Com relação ao funcionamento do controle dos Alunos no ambiente escolar, tem-se o formulário de Entrada e Saída, item 4 da Fig. 6. Este é responsável por armazenar no banco de dados os eventos dos alunos na escola.

Quando um aluno registrar um evento de chegada ou saída na escola, (passagem pelo leitor do portão de Entrada/Saída) o sistema envia automaticamente uma mensagem para o *email* do responsável cadastrado com os dados do Evento. Na Fig. 7 é representado envio de uma mensagem de evento de chegada.

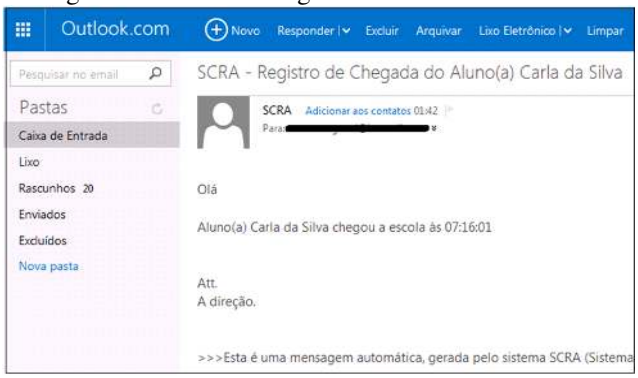

Fig. 7. Mensagem de *Email* enviada pelo Sistema.

3.1.1 Relatórios

Para melhor visualização dos dados armazenados no banco de dados foram desenvolvidos diversos relatórios. Estes foram divididos em dois grupos: Relatórios para Impressão e Relatórios para Consulta. Os relatórios para impressão consistem nos tipos em que o usuário não precisa fornecer nenhum parâmetro, este apenas seleciona o tipo de relatório que deseja imprimir. Os relatórios para impressão podem ser gravados em extensão .pdf ou impressos. Na Fig. 8 é apresentado o relatório de Alunos – Dados pessoais, citado como exemplo desse grupo.



Instituto Estadual de Educação João Sampaio

Rua Tal Tal, 1416 - Três Pasoss - RS - CNPJ: 44.545.645/6456-46.

Fone: (55) - 3545-1332 Email: sampaio@sampaio.com.br

Relatório de Aluno - Dados Pessoais

Cód. Aluno	Nome Aluno	CPF	RG	Data Nasc.	Est. Civil
7	Henrique Pereira	123.132.123-13	2121321	12/08/1994	Solteiro(a)
9	Vinicius Peraira	132.132.132-13	5456465	12/10/1997	Solteiro(a)
11	Joyce Pedroso	321.231.231-32	231321	14/10/1992	Solteiro(a)

Fig. 8. Relatório de Aluno – Dados Pessoais.

Os relatórios para consulta representam, os relatórios em que o usuário deve informar parâmetros como, por exemplo, código do aluno, dia ou mês. Estes relatórios apenas fornecem dados para consulta não sendo possível a sua impressão. Na Fig. 9 é representado o relatório de acompanhamento, em que é possível visualizar os locais onde um aluno passou em determinado dia. Os números, na Fig. 9, indicam as posições dos leitores no ambiente. Ao gerar este relatório a pessoa circulada na figura irá percorrer os pontos na imagem deste relatório, de forma a representar eventos de um aluno.

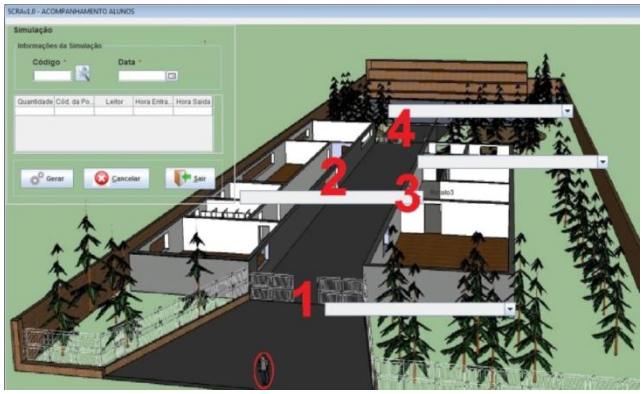

Fig. 9. Formulário de Acompanhamento de Alunos.

4 TESTES E RESULTADOS

Para realização de testes com o protótipo uma maquete (Fig. 10 e Fig. 11) foi construída. O objetivo da construção da maquete neste trabalho é representar um ambiente escolar.



Fig. 10. Maquete para representação de um Ambiente Escolar.

Como pode ser observado nas Fig. 10 e Fig. 11, a maquete é formada por dois prédios: um com a área administrativa e o outro com as salas de aula. Também consta na maquete uma quadra de esportes.

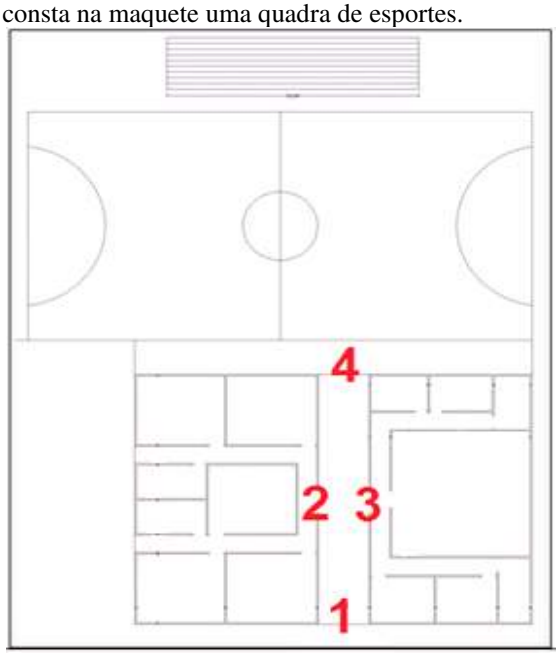

Fig. 11. Planta Baixa da Maquete.

As marcações na Fig. 11 representam as posições dos leitores na Escola. A marcação 1 representa o leitor posicionado no portão de entrada. A marcação 2 representa o leitor que controla o acesso ao prédio das salas de aula. A marcação 3 representa o leitor 3 que controla o acesso a área administrativa. Por fim, a marcação 4 representa o leitor que controla o acesso a área de esportes.

Para a realização dos testes foi criado um estudo de caso hipotético de uma escola, elencando um conjunto de informações que representam situações que ocorrem durante o expediente da mesma. É importante salientar que o sistema é flexível, e que todas as informações podem ser alteradas de acordo com os horários reais de cada escola. Abaixo seguem as restrições definidas:

1) Todos os alunos devem ser considerados cadastrados em uma única turma;
2) A Turma cadastrada representa o turno vespertino em uma escola qualquer;
3) Os horários de início e término da aula consistem respectivamente em 07h30min e 11h45min.

4) O relatório de Alunos atrasados considera como atrasado o Aluno que passar pelo leitor 1 da escola entre os horários de 07:30:01 a 07:35:00.
5) O Aluno que passar pelo leitor 1 após as 07:35:00 deverá se dirigir à secretaria com justificativa para ganhar presença.
6) A presença do Aluno é apenas confirmada quando o evento de entrada na escola possuir horário inferior às 07:35:00 e o horário de saída superior as 11:40:00.

Para realização dos testes foram utilizados dois casos possíveis. O primeiro caso constitui o de um aluno que chegou atrasado. O segundo caso de um aluno que cumpre corretamente os horários da escola. Antes de iniciar os testes, deve-se cadastrar os dois alunos e seus respectivos responsáveis. Ao efetuar o cadastramento dos alunos deve-se associar estes as suas respectivas *tags*. Esses dois procedimentos serão omitidos devido a sua extensão.

Para registrar um evento deve-se passar a *tag* no leitor RFID. Ao sair do campo de identificador da *tag* o sistema realiza a validação da *tag*. Caso a *tag* não esteja cadastrada no sistema, este emite mensagem de erro. Outra verificação é de que a *tag* esteja associada a um aluno. Essa verificação é necessária, pois não adianta apenas a *tag* estar cadastrada, esta deve também estar associada. Se o sistema permitisse *tags* apenas cadastradas, haveria problema de identificar qual aluno está portando a referida *tag*. Após a validação da *tag* é feita a inserção do registro. Na Fig. 12. é apresentado o registro de evento da *tag* 942482 que está associada à aluna "Paula de Moura", conforme foi descrito anteriormente.

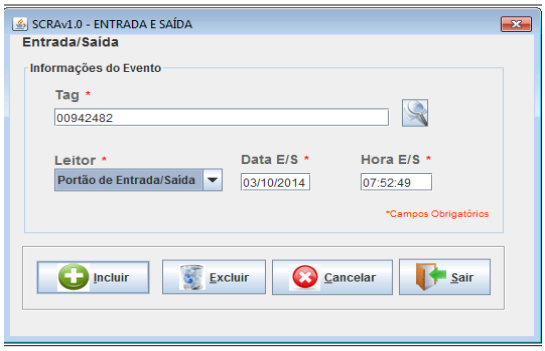

Fig. 12. Inserção de evento - Entrada de aluno na escola.

O evento representado na Fig. 12. corresponde ao registro de entrada da *tag* com o número identificador 94282 na escola. O horário em que esta passou pelo leitor foi às 07:52:49. Este horário corresponde ao caso de um aluno que chegou atrasado à escola.

O próximo passo é a inserção de registro de um aluno que chegou no horário correto a escola. A inserção desse registro ocorre da mesma forma que na Fig. 12., apenas com o horário e o identificador da *tag* diferentes do caso anterior. Para essa segunda inserção, o identificador utilizado é o de número 823770. Este identificador está associado à aluna "Marta Mathias" e esta passou pelo leitor 1 às 07:15:43. Esse caso representa o de um aluno que está de acordo com os horários da escola. Após a inserção destes registros é feita uma consulta na tabela Evento. Conforme a Fig. 13. são apresentados os dados dos eventos registrados. Como se trata de dois eventos de entrada, pode-se perceber que os campos "DataSaidaEvento" e "HoraSaidaEvento" foram gravados como "Pendente". Estes campos terão seu valor editado quando os alunos saírem da escola.

Leitor_CodL...	Escola_CodEsc...	DataEntradaEvento	DataSaidaEvento	HoraEntradaEvento	HoraSaidaEvento
1	1	03/10/2014	Pendente	07:52:49	Pendente
1	1	03/10/2014	Pendente	07:15:43	Pendente

Fig. 13. *Select* da tabela evento após inserção de eventos no leitor 1.

Ao abrir o relatório de alunos que chegam atrasados será listado apenas o nome da Aluna "Paula de Moura". Conforme apresentado nas restrições o horário de início das aulas é as 07:30:00. O horário de entrada da referida aluna na escola ocorreu as 07:52:49, por essa razão ela foi listada no relatório da Fig. 14. .

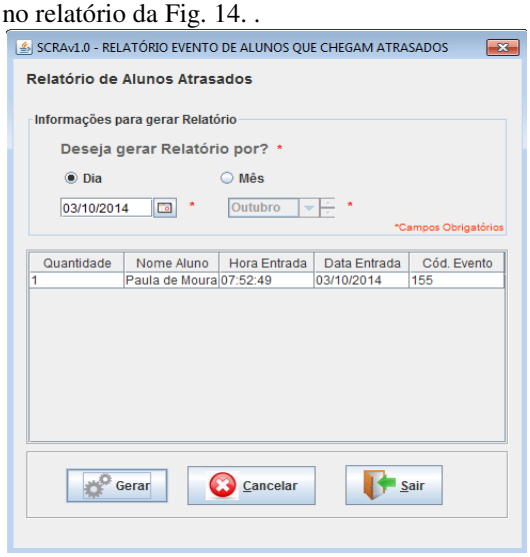

Fig. 14. Consulta ao relatório de alunos que chegam atrasados.

Outro relatório que pode ser visualizado após inserção de evento é o de Alunos com saída pendente, Fig. 15. Ao abrir tal relatório serão listados os dois Alunos que tiveram evento registrado anteriormente, pois estes estão com saída pendente.

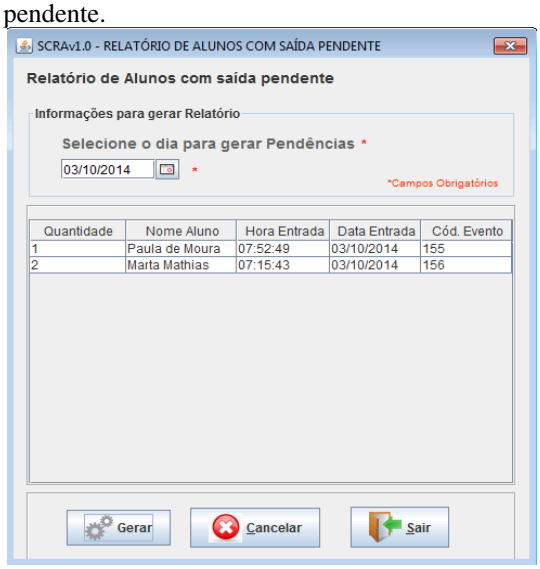

Fig. 15. Consulta ao relatório de alunos com saída pendente.

O relatório apresentado na Fig. 15, tem a função de apresentar alunos que estão com a saída pendente. Com este relatório, por exemplo, é possível identificar os alunos quê ainda não saíram do ambiente escolar. Dessa forma pode-se realizar uma verificação diária ao término das aulas, para que não ocorra nenhum caso de algum aluno ficar "trancado" na escola.

O próximo relatório a ser apresentado é o de Alunos Ausentes, conforme Fig. 16.. O sistema apresentará a lista dos Alunos Ausentes. Conforme mencionado nas restrições os Alunos que chegarem atrasados são considerados ausentes.

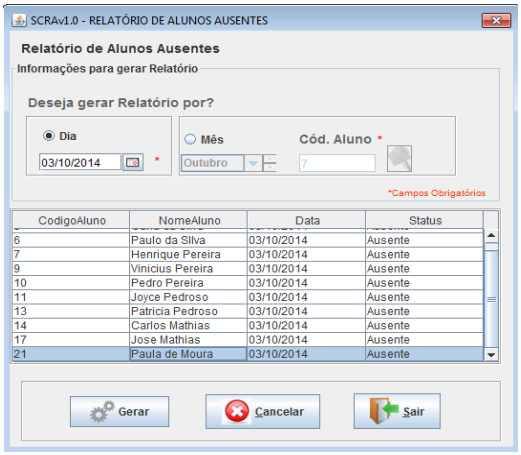

Fig. 16. Consulta ao relatório de alunos ausentes.

A Fig. 16. apresenta a lista dos alunos ausentes. Pode-se perceber que a Aluna "Paula de Moura", código 21 na referida figura, foi listada como ausente devido a ter chegado atrasada. Também pode-se identificar que a Aluna de código 16 "Marta Mathias" não é listada, pois esta chegou na escola no horário adequado.

O próximo relatório apresenta a média dos horários de chegada dos Alunos. No dia 03/10, com a inserção dos dois registros tem-se a média de 07 hrs e 34min e 16seg conforme a Fig. 17..

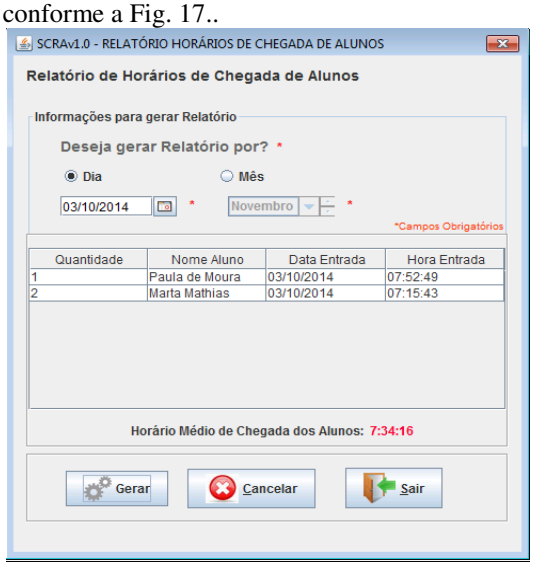

Fig. 17. Consulta ao relatório de horário médio de chegada de alunos.

Para continuação dos testes foi considerado que ambos os alunos chegaram à escola e foram até a sala de aula. Para criação de dois casos hipotéticos, será considerado que o Aluno de código 21 foi para casa na hora do intervalo. Enquanto que o Aluno de código 16 teve aula de educação física após o intervalo. Segue abaixo as inserções.

Na Fig. 18., os registros de código 157 e 158 correspondem ao evento de entrada de ambos os alunos no prédio com as salas de Aula, passagem pelo leitor 2. A aluna "Paula de Moura", código 21, passou pelo leitor 2 as 07:55:47. Enquanto que a Aluna "Marta Mathias", código 16, passou pelo mesmo leitor as 07:30:15.

Leitor_CodLeitor	Escola_CodEscola	DataEntradaEvento	DataSaidaEvento	HoraEntradaEvento	HoraSaidaEvento
1	1	03/10/2014	Pendente	07:52:49	Pendente
1	1	03/10/2014	Pendente	07:15:43	Pendente
2	1	03/10/2014	Pendente	07:55:47	Pendente
2	1	03/10/2014	Pendente	07:30:15	Pendente

Fig. 18. *Select* na tabela evento após a inserção de eventos de entrada.

Ainda em se tratando da Fig. 18., pode-se perceber que os eventos registrados pelo leitor 2 também tiveram os campos de saída gravados como pendentes. Estes campos serão atualizados quando os alunos efetuarem a saída do prédio das salas de aula.

O próximo evento a ser registrado é o de saída dos alunos do prédio das salas de aula. Conforme a Fig. 19. é apresentado a atualização dos campos de saída pendentes pelos valores reais de saída. A aluna de código 21 saiu do prédio das salas de aula as 09:58:36 e a aluna de código 16 as 09:59:15. Ambos podem ser visualizados nos círculos marcados na Fig. 19. . Este evento tem a intenção de simular o horário de intervalo da escola.

Leitor_CodLeitor	Escola_CodEscola	DataEntradaEvento	DataSaidaEvento	HoraEntradaEvento	HoraSaidaEvento
1	1	03/10/2014	Pendente	07:52:49	Pendente
1	1	03/10/2014	Pendente	07:15:43	Pendente
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:55:47	09:58:36
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:30:15	09:59:15

Fig. 19. *Select* na tabela evento após a inserção de eventos de saída

O próximo evento a ser registrado é o de saída de um dos Alunos da Escola. Na Fig. 20., pode-se visualizar que o evento de código 155 teve seu valor de saída, que até então estava pendente, atualizado. O horário de saída da escola do aluno de código 21 foi as 10:07:29.

Leitor_CodLeitor	Escola_CodEscola	DataEntradaEvento	DataSaidaEvento	HoraEntradaEvento	HoraSaidaEvento
1	1	03/10/2014	03/10/2014	07:52:49	10:07:29
1	1	03/10/2014	Pendente	07:15:43	Pendente
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:55:47	09:58:36
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:30:15	09:59:15
4	1	03/10/2014	Pendente	10:16:54	Pendente

Fig. 20. *Select* na tabela evento após saída de um aluno.

Ainda na Fig. 20. é possível perceber que o aluno 16 ainda possui os campos de saída, do código 156, como pendentes. Isso significa que este permanece na escola. O evento de código 159, representa que o aluno de código 16 entrou na área de esportes as 10:16:54. Esse evento tem o objetivo de simular que o aluno terá aula de educação física após o intervalo.

Os eventos finais a serem registrados são os de saída do Aluno de código 16. Primeiramente este deverá sair da área de esportes e em seguida da escola. O evento registrado na Fig. 21. com código de evento 159 representa a saída do aluno da área de esportes. Os campos de saída que estavam pendentes foram atualizados e o horário de saída desta área foi as 11:42:15.

Leitor_CodLeitor	Escola_CodEscola	DataEntradaEvento	DataSaidaEvento	HoraEntradaEvento	HoraSaidaEvento
1	1	03/10/2014	03/10/2014	07:52:49	10:07:29
1	1	03/10/2014	03/10/2014	07:15:43	11:46:32
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:55:47	09:58:36
2	1	03/10/2014	03/10/2014	07:30:15	09:59:15
4	1	03/10/2014	03/10/2014	10:16:54	11:42:15

Fig. 21. *Select* na tabela evento após a saída do segundo aluno.

Na Fig. 21. também é registrado o horário de saída do aluno de código 16 da escola. Este evento é registrado no código 156, da referida figura, em que os campos de saída que estavam pendentes são atualizados. O horário de saída do referido aluno da escola foi as 11:46:32.

Por fim pode-se visualizar o relatório da média dos horários de saída. Na Fig. 22. tem-se a média dos dois

horários registrados no dia 03/10. A média dos horários de saída teve como resultado 10hrs e 57min, devido a um dos alunos ter saído da escola na hora do intervalo.

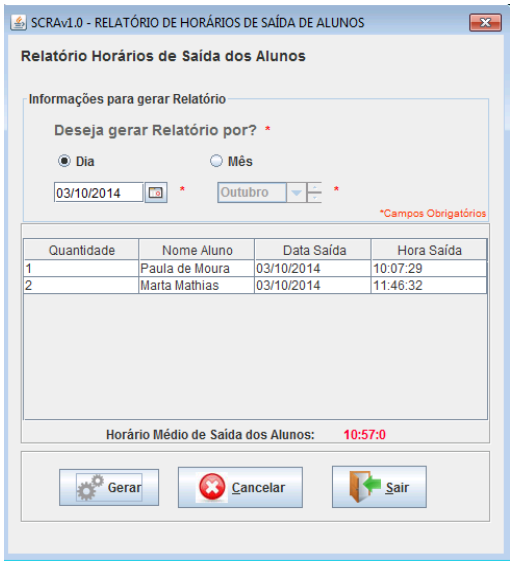

Fig. 22. Consulta ao relatório de horário médio de saída dos alunos.

Os testes realizados constituem hipóteses de casos que poderão ocorrer em um cenário real. Poderiam ser feitos inúmeros outros testes e não apenas estes.

5 Conclusão

Os objetivos deste trabalho eram apresentar a utilização da tecnologia RFID para controle de Acesso em uma Escola. Esta utilização seria em forma de simulação de modo a demonstrar a viabilidade de RFID para esse fim. A ideia inicial do trabalho seria utilizar um leitor para cadastrar os eventos dos alunos em quatro leitores em uma Escola. Devido ao custo dos leitores, foi definida a utilização de apenas um leitor físico. O sistema representaria os demais leitores lógicos.

Em se tratando de vantagens, pode-se citar a eliminação das chamadas manuais em salas de aula, pois foi desenvolvido um relatório que apresenta os alunos Ausentes. Ainda, é possível identificar os horários que os alunos chegam, quais os alunos que chegam atrasados, os locais por onde os alunos passaram na escola em determinado dia e as médias com os horários de chegada e saída destes. Outro ponto alcançado foi à função de envio de *e-mail* aos responsáveis cadastrados. Quando um aluno entrar ou sair da escola, os responsáveis receberão mensagem com os dados do evento. A referida função apresenta de certa forma uma integração entre Família e Escola, pois muitas vezes os responsáveis não possuem tempo para acompanhar seus entes nas atividades escolares.

Portanto, RFID constitui uma alternativa viável para controle de acesso de Alunos. O viável pode se tornar inviável devido aos custos desta tecnologia, porém, conforme apresentado os resultados são satisfatórios e já existem casos de aplicações reais. Tudo depende de quanto se está disposto a investir para ter um melhor controle e gerenciamento sobre os alunos em uma escola.

Como propostas de trabalhos futuros, uma sugestão é a utilização de mensagens SMS. Estas mensagens seriam responsáveis pelo envio de dados dos eventos dos alunos aos telefones celulares dos responsáveis cadastrados, o que é feito neste trabalho via *e-mail*.

Além disso, poderia ser incluída uma função para controle dos funcionários, utilizando o sistema para controlar o cartão ponto destes. Com isso poderiam ser gerados relatórios de funcionários que chegam atrasados, fazem horas extras, estão devendo horas ou estão ausentes.

Referências

FERREIRA, A. A.; DELGADO, R. M. *Sistema de Controle de Eventos Utilizando RFID*. São José do Rio Preto, 2010, Projeto de Conclusão de Curso Tecnólogo em Informática para Gestão de Negócios-Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto.

ROUSSOS, G.. *Networked RFID: System, Software and Services*. Londres: Springer, 2008. 181 p.

HENRICI, Dirk. *RFID Security and Privacy: Concepts, Protocols, and Architectures*. Alemanha: Springer, 2008, 265 p.

SANTINI, A. G. RFID: *Conceitos, Aplicabilidades e Impactos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 81 p.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. *Rede de Computadores*. 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2011. 582 p.

REI, A. J. L. *RFID Versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição*. Porto, 2010. 113 f. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores Major Telecomunicações. FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MYSQL. *About MySql,* mar. 2014. Disponível em: <http://www.mysql.com/about/>. Acesso em: 30 Mar. 2014.

JAVA. *O que é a tecnologia Java e por que preciso dela?,* mar. 2014. Diponível em: <http://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_java.xml>. Acesso em: 30 Mar. 2014.