

CENTRO PAULA SOUZA

GOVERNO DO ESTADO DE

SÃO PAULO

Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de
Sistemas

**PRESERVAÇÃO DOS ARQUIVOS DIGITAIS
EM CARÁTER PERMANENTE ATRAVÉS DO
MONITORAMENTO AMBIENTAL UTILIZANDO A
PLATAFORMA ARDUINO**

JOÃO EMMANUEL D'ALKMIN NEVES

Americana, SP
2015

CENTRO PAULA SOUZA GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de
Sistemas

PRESERVAÇÃO DOS ARQUIVOS DIGITAIS EM CARÁTER PERMANENTE ATRAVÉS DO MONITORAMENTO AMBIENTAL UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO

JOÃO EMMANUEL D'ALKMIN NEVES
jeneves@gmail.com

Trabalho Monográfico, desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Fatec-Americana, sob orientação do Prof. Doutor Humberto Celeste Innarelli.

Área: Tecnologia da Informação

Americana, SP
2015

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

N424p

Neves, João Emmanuel D'Alkmin

Preservação dos arquivos digitais em caráter permanente através do monitoramento ambiental utilizando a plataforma arduino. / João Emmanuel D'Alkmin Neves. – Americana: 2015.

76f.

Monografia (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Celeste Innarelli

1. Arquivologia I. Innarelli, Humberto Celeste II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.

CDU: 930.25

JOÃO EMMANUEL D'ALKMIN NEVES

**PRESERVAÇÃO DOS ARQUIVOS DIGITAIS
EM CARÁTER PERMANENTE ATRAVÉS DO MONITORAMENTO
AMBIENTAL UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – Fatec/ Americana.

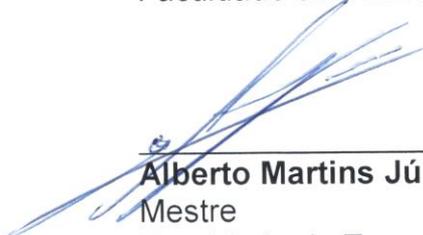
Área de concentração: Preservação Digital

Americana, 23 de junho de 2015.

Banca Examinadora:



Humberto Celeste Inharelli (Presidente)
Doutor
Faculdade de Tecnologia de Americana



Alberto Martins Júnior (Membro)
Mestre
Faculdade de Tecnologia de Americana



José William Pinto Gomes (Membro)
Especialista
Faculdade de Tecnologia de Americana

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, por me guiar em todos os momentos, pela força concedida e pelas vezes em que o Senhor me levantou enquanto eu estava fraquejando.

A minha mãe **Cladis Ester** (*in memoriam*), por seu amor, carinho, compreensão, educação e oportunidades. Você que tantas vezes renunciou seus sonhos em favor dos meus... A você, minha mãe, o meu mais profundo agradecimento e meu eterno amor.

A minha irmã **Daniela**, por ser sempre o meu porto seguro. Eu sou tão grato pelo exemplo que você é em minha vida, minha amada irmã, que nem outras mil vidas seriam suficientes para expressar a admiração e amor que sinto por você.

A minha esposa **Anamelia**, por estar sempre ao meu lado, pela sua força, companheirismo, respeito, incentivo, paciência e pelo seu abraço carinhoso tão necessário em minha vida. Sou grato por me fazer sentir tão amado todos os momentos da nossa vida, não importando o tamanho das dificuldades.

Ao coordenador do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas **Prof. Wladimir Costa**, pela paciência, atenção e auxílio em diversos momentos.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Humberto Celeste Innarelli**, pela apresentação da Arquivística, pela sua orientação no amadurecimento de meus conceitos que me levaram a produção de uma iniciação científica e a conclusão desse estudo.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudo que possibilito meu intercâmbio nos Estados Unidos da América pelo programa Ciência sem Fronteiras. Esse período agregou inúmero conhecimento acadêmico e profissional, que me permitirá auxiliar na construção de um país melhor e com mais incentivo para a pesquisa.

Ao antigo **Diretor do Departamento de Cultura, Educação e Imprensa da Embaixada dos Estados Unidos da América John A. Matel**, pelo imediato auxílio para

que eu pudesse realizar o sonho de fazer o intercambio nos Estados Unidos da América.

Aos meus orientadores internacionais do **ELS Language Center e State University of New York: The College at Brockport**, em especial **Dr. Ralph Trecartin (Dr. T), Wendy Fritz, Aleta Anthony, Andrea Chauncey Newman e Soha Salamah**, pelas atitudes que os diferenciam como seres humanos maravilhosos, pela presença marcante em minha vida acadêmica e pela sensibilidade em compreender as minhas dificuldades como aluno internacional. Eu agradeço a dedicação, humildade, carinho, respeito a diversidade e as lições de vida que jamais esquecerei. Vocês sempre irão moram em coração.

Aos **professores e funcionários da Faculdade de Tecnologia de Americana, State University of New York: The College at Brockport e ELS Language Center**, pela dedicação, competência, ensinamentos e amizade que colaboraram para a minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Aos meus **amigos de classe**, em especial **Giovana, Davi, Cecília, Guilherme, Murilo, Nicholas e Rafael**, a quem aprendi a amar e construir laços eternos. Obrigado por todos os momentos em que estudamos, rimos, brigamos e choramos. Porque em vocês encontrei a verdadeira cumplicidade que existe entre irmãos. Obrigado pela paciência, sorriso, abraço e pela mão que sempre foi estendida quando eu precisei.

Aos meus **amigos**, em especial **Fábio Santos Gomes, Marcelo Lagos de França, André Cunha, Cecilia Brito Vilani, Laysa Lannes, João Petenuci, Cleber Griff, Samir Haddad, Elíton Tanis, Icaro Alves, Jason Thomas Mahon, Rebeka Fergusson-Lutz, Matt Coniff, Jiwon Moon, Conner Wolfe, Sayuri Ochiai, Anaís Suon, Weikang Jia, Yingying Zhao e Divine Dest**, pela compreensão, alegria, carinho, ensinamentos, apoio, incentivo e pelo companheirismo nos momentos em que o fardo parecia quase impossível, pude compartilhar minhas angústias e assim vencer todas as dificuldades.

A minha **família**, em especial meu sobrinho Gabriel, que tanto me incentivou e desejou a realização deste sonho.

Agradeço também a todas as pessoas que de uma forma ou de outra me ajudaram a concluir a minha graduação.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho as três mulheres mais do que espetaculares que tenho a honra de compartilhar minha vida:

*A minha mãe **Cladis Ester** (in memoriam), que é minha inspiração... aquela que sempre acreditou em meu potencial... tudo o que sou devo a ela;*

*A minha irmã **Daniela**, que é a minha fortaleza... em todas as grandes batalhas da vida ela sempre esteve, está e estará ao meu lado;*

*A minha esposa **Anamelia**, que é a minha luz... por sempre me incentivar, motivar e ir além.*

Vocês são espetaculares!

Eu as amo com toda a minh'alma!

RESUMO

A utilização da plataforma Arduino para o monitoramento ambiental surge como um método eficiente e eficaz objetivando a preservação de documentos digitais em caráter permanente. A problemática deve-se ao risco iminente da perda de inúmeros arquivos pela falta de uma gestão de documentos digitais em sua fase permanente e sobre propostas de melhoria que visem amenizar o risco. O estudo proposto teve como foco o monitoramento das condições climáticas de temperatura e umidade, pois são fatores que atuam no material dos meios em que os arquivos digitais são gravados e armazenados e, conseqüentemente, influenciam na vida útil dos mesmos.

Palavras Chave: Arquivística; Arduino; Preservação Digital.

ABSTRACT

The use of the Arduino platform to climate monitoring emerges as efficient and effective method in the preservation of digital documents on a permanent basis. The problem is due to the imminent risk of loss of numerous files by the lack of management of digital documents in permanent stage and the improvement of proposals to mitigate the risk. The proposed study was focused on the monitoring of climate conditions of temperature and humidity, because they are the main factors that influence on the life of the material means where the digital files are recorded and stored.

Keywords: Archival Science; Arduino; Digital Preservation.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	13
LISTA DE QUADROS.....	14
LISTA DE SIGLAS.....	15
INTRODUÇÃO	17
1. ARQUIVÍSTICA	23
1.1 ARQUIVO.....	24
1.2 DOCUMENTO ARQUIVÍSTICO	26
1.2.1 DOCUMENTO ARQUIVÍSTICO DIGITAL	28
1.3 SUPORTE	31
1.4 CONSERVAÇÃO	34
2. ARDUINO	39
2.1 HARDWARE	42
2.2 SOFTWARE	48
2.3 SENSORES	51
3. DESENVOLVIMENTO	56
3.1 AUTENTICAÇÃO NO SISTEMA	63
3.2 CADASTRO NO SISTEMA	64
3.3 TELA INICIAL.....	66
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
4.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	72
REFERÊNCIAS.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Do bit ao yottabyte: conheça os tamanhos dos arquivos digitais.....	18
Figura 2 - Estrutura dos documentos digitais.....	29
Figura 3 - Os dez mandamentos dos arquivos digitais.....	30
Figura 4 - Fragmento do poema Ovonovelo.....	31
Figura 5 - Expectativa de vida.....	33
Figura 6 - Modelos de placas Arduino.....	41
Figura 7 - Diagrama de uma cadeia de processamento Arduino.....	42
Figura 8 - Placa de circuito Arduino Uno.....	44
Figura 9 - Microcontrolador ATMEL ATmega328.....	45
Figura 10 - Fontes de alimentação.....	45
Figura 11 - Pinos Entrada e Saída.....	46
Figura 12 - Resumo da placa Arduino Uno.....	47
Figura 13 - Ambiente de desenvolvimento do Arduino IDE.....	49
Figura 14 - Função Setup.....	50
Figura 15 - Exemplo da Função Setup.....	50
Figura 16 - Função Loop.....	51
Figura 17 - Exemplo da Função Loop.....	51
Figura 18 - Modelos de sensores de temperatura.....	53
Figura 19 - Modelo de sensores de umidade relativa do ar.....	54
Figura 20 - Sensor de umidade e temperatura DHT11.....	54
Figura 21 - Especificações do sensor de umidade e temperatura DHT11.....	55
Figura 22 - Protoboard de 400 pontos.....	56

Figura 23 - Jumpers macho-macho.....	57
Figura 24 - Pinagem do Sensor DHT11	57
Figura 25 - Conexão do sensor DHT11 ao Arduino	58
Figura 26 - Escolha da placa do Arduino	59
Figura 27 - Escolha da porta	59
Figura 28 - Código para funcionamento do sensor DHT11	60
Figura 29 - Dados obtidos pelo sensor.....	62
Figura 30 - Tela de autenticação no sistema.....	63
Figura 31 - Tela de erro durante a autenticação no sistema	64
Figura 32 - Tela de cadastro no sistema	65
Figura 33 - Tela de erro no cadastro no sistema.....	65
Figura 34 - Tela inicial do sistema.....	66
Figura 35 - Tela da lista dos suportes existentes no sistema	67
Figura 36 - Tela sobre o sistema.....	67
Figura 37 - Calendário.....	68
Figura 38 - Condições ambientais.....	68
Figura 39 - Informações e alertas.....	69
Figura 40 - Tela de alerta	70
Figura 41 - E-mail de alerta	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mídias x Condições Ambientais x Durabilidade	34
Tabela 2 - Características técnicas da placa Arduino	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - O dilema dos suportes modernos	35
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Média x Temperatura x Umidade Relativa x Durabilidade	69
--	----

LISTA DE SIGLAS

CCSDS	<i>Consultative Committee for Space Data System</i>
CD-R	Disco Compacto-Gravável - <i>Compact Disc-Recordable</i>
CD-ROM	Disco Compacto-Memória Somente de Leitura - <i>Compact Disc-Read Only Memory</i>
CONARQ	Conselho Nacional de Arquivos.
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DIP	<i>Dual In-Line Package</i>
DVD-R	Disco Digital Versátil-Gravável - <i>Digital Versatile Disc-Recordable</i>
EEPROM	<i>Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
GND	<i>GrouND</i>
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto - <i>HyperText Markup Language</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado - <i>Integrated Development Environment</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	Organização Internacional para Padronização - <i>International Organization for Standardization</i>
NASA	Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço - <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NTC	Coeficiente de Temperatura Negativa - <i>Negative Temperature Coefficient</i>

OAIS	Sistema de Informação Aberto para Arquivos - <i>Open Archival Information System</i>
PHP	<i>PHP: Hypertext Preprocessor</i>
RAM	Memória de Acesso Aleatório - <i>Random Access Memory</i>
RISC	Computador com um Conjunto Reduzido de Instruções - <i>Reduced Instruction Set Computer</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
SQL	Linguagem de Consulta Estruturada - <i>Structured Query Language</i>
TTD	Tabela de Temporalidade Documental
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
USB	Barramento Serial Universal - <i>Universal Serial Bus</i>
VCC	Voltagem de Corrente Contínua

INTRODUÇÃO

Vivencia-se a chamada Era da Informação, na qual o conhecimento está imerso em uma economia globalizada que necessita da informação para tomada de decisões. O crescente avanço tecnológico em praticamente todas as instituições, produz rapidamente uma grande quantidade de hardwares¹ e softwares² obsoletos. Para Santos (2006, acesso em: 17/03/2015):

[...] o advento da chamada Era da Informação caracteriza-se por um conjunto de inúmeras transformações econômicas e sociais com reflexos para as organizações, países e pessoas. A literatura sobre o assunto tem crescido em ritmo intenso nas últimas duas décadas e as principais características desta nova era estão, de modo intenso e mais ou menos explícito, presentes nos ambientes acadêmico e de negócios e também no cotidiano das pessoas.

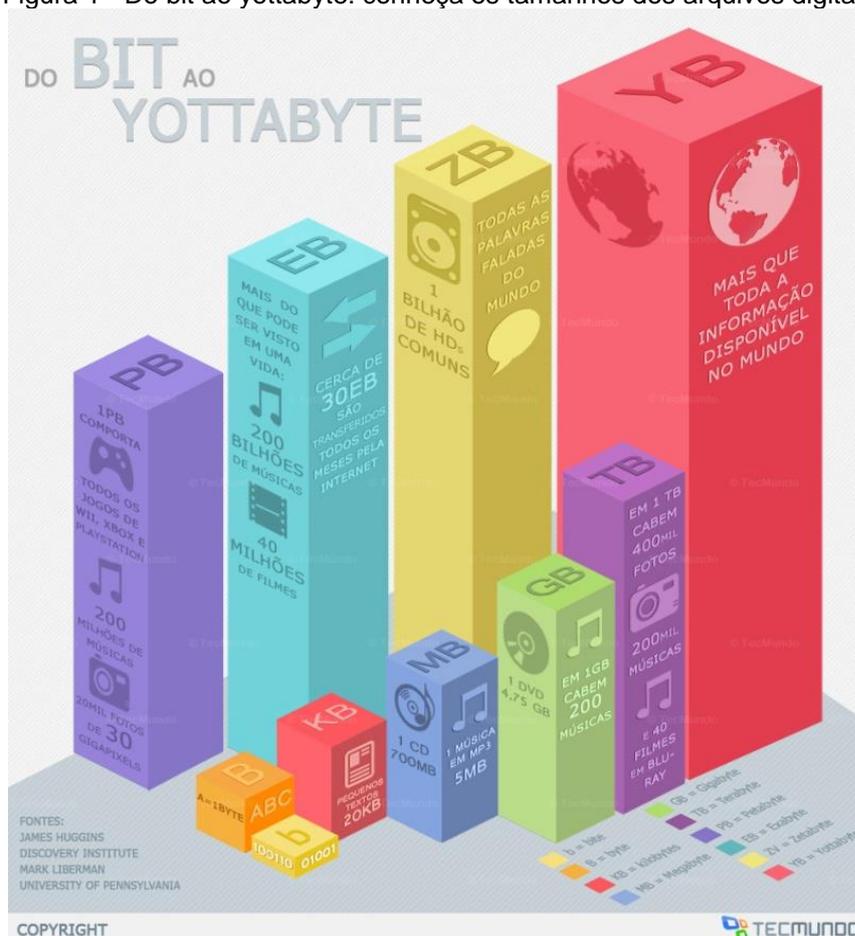
Em virtude das práticas da tecnologia da informação e de seu avanço, os documentos passaram em sua maioria a serem produzidos diretamente em formato digital e essa iniciativa incita novos desafios com relação a preservação dos mesmos, sendo necessário uma conscientização com relação a preservação digital a fim de evitar perdas irreparáveis.

Segundo o Conselho Nacional de Arquivos (2011, p.81) “a degradação e a obsolescência tecnológica são os principais fatores de comprometimento da preservação dos documentos digitais, uma vez que ameaçam sua autenticidade, integridade e acessibilidade”. Na Figura 1 fica evidente que há um crescimento na quantidade de arquivos gerados digitalmente que necessitam de maiores espaços para armazenamento e, conseqüentemente, de uma gestão que se preocupe com sua preservação. Essa conscientização deverá desenvolver novas metodologias e técnicas que garantam que a informação dos documentos digitais seja acessível, segura, verificável, relevante, confiável, completa e precisa.

¹ Termo usado para designar circuitos e peças eletrônicas em geral.

² É um agrupamento de comandos escritos em uma linguagem de programação. Estas instruções criam as ações dentro do programa, e permitem seu funcionamento. Também conhecido como suporte lógico.

Figura 1 - Do bit ao yottabyte: conheça os tamanhos dos arquivos digitais



Fonte: TECMUNDO (2014)

Essa preocupação é alertada pelo CONARQ³ (2005, p.1-2), que seguindo as orientações da UNESCO⁴, enfatiza o eminente risco de desaparecimento de inúmeros documentos do legado digital da humanidade, manifestando também, a urgência para que os países membros, incluindo o Brasil, estabeleçam políticas, metas e ações para a proteção do patrimônio digital. Reforçando essa preocupação, Innarelli (2009, p.28) considera:

[...] um dos principais desafios da atualidade na área é tornar a preservação de acervos digitais acessível não só para grandes empresas, detentoras de grandes estruturas, mas também para as pequenas empresas e os pequenos usuários. Todo este patrimônio arquivístico digital se encontra em perigo de desaparecimento e de falta de confiabilidade. Temos neste momento o desafio de preservá-lo para nossos filhos, netos e próximas gerações.

³ Conselho Nacional de Arquivos.

⁴ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, do inglês United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Nessa conjuntura, o uso dos princípios e métodos da Arquivística é fundamental para a gestão de documentos digitais. Segundo Bellotto (2002, p.6):

[...] o objetivo da arquivística (...) por meio de suas teorias, metodologias e aplicações práticas, é dar acesso a informação. Não a informação em geral, mas a informação arquivística, de cunho jurídico e/ou administrativo, que é indispensável ao processo decisório e para o funcionamento das atividades governamentais ou das empresas privadas e pessoas físicas, assim como a que atua como testemunho dos direitos dos cidadãos, até esta mesma informação, quando utilizada pelos historiadores para a crítica e explicação das sociedades passadas e que, inclusive, independentemente destes usos, permanece como componente de um corpus informacional que permita a transmissão cultural de geração a geração.

Há inúmeras práticas para se preservar um documento digital, conforme observa o Conselho Nacional de Arquivos (2011, p.35):

As estratégias de preservação de documentos arquivísticos devem ser selecionadas com base em sua capacidade de manter as características desses documentos e na avaliação custo-benefício. Podem incluir monitoramento e controle ambiental, restrições de acesso, cuidados no manuseio direto e obtenção de suportes e materiais mais duráveis (papel, tinta, disco óptico, fita magnética).

Objetivando a preservação de arquivos digitais em caráter permanente, esse estudo teve como foco o monitoramento das condições climáticas de temperatura e umidade, pois são fatores que atuam no material dos meios onde os arquivos digitais são gravados e armazenados e, conseqüentemente, influenciam na vida útil dos mesmos.

A utilização de novas tecnologias para o monitoramento ambiental, como a plataforma Arduino, surge como um método eficiente e eficaz. De acordo com Lima e Villaça (2012, p.41):

O Arduino é uma plataforma de prototipação eletrônica de código aberto, qualquer pessoa pode produzi-la, é fácil de programar e usar, além de possuir preço acessível e ser facilmente encontrada. Suas vantagens são: não exigir o uso de gravador dedicado, apresentar tamanho compacto e um grande conjunto de placas auxiliares no formato de módulos, chamadas de *shields*, que facilitam em muito o desenvolvimento de projetos.

Este estudo discutiu a utilização da plataforma Arduino na obtenção da temperatura e umidade do ar em locais destinados a preservação de documentos digitais em caráter permanente, bem como a perspectiva da criação de um software de monitoramento das condições ambientais ideais. A justificativa baseou-se na necessidade da preservação dos documentos em formato digital para garantir que a informação permaneça acessível, interpretável e autêntica, independentemente do fator tempo e da plataforma tecnológica usada em sua criação.

A problemática deve-se ao risco iminente da perda de inúmeros arquivos pela falta de uma gestão de documentos digitais em sua fase permanente e sobre propostas de melhoria que visem amenizar o risco. A pergunta que se buscou responder: É possível melhorar a gestão arquivística de documentos digitais em sua fase permanente utilizando a plataforma Arduino?

As hipóteses que determinaram o delineamento desse estudo foram: a) o uso da plataforma Arduino para o monitoramento ambiental com certeza irá melhorar a gestão arquivística dos documentos digitais em sua fase permanente; b) a utilização da plataforma Arduino para o monitoramento ambiental não irá contribuir com a gestão arquivística de documentos digitais em sua fase permanente.

O objetivo geral consistiu em estudar os fundamentos da Arquivística e da tecnologia Arduino, unindo as técnicas de preservação de documentos digitais com dispositivos de plataforma livre e objetivando o desenvolvimento de um aplicativo que gerencie e monitore a temperatura e umidade relativa do ar nos acervos digitais.

Os objetivos específicos foram: a) fazer uma revisão bibliográfica, utilizando livros e artigos publicados por pesquisadores e entidades especializadas nos respectivos assuntos. Na Arquivística, a abordagem foi realizada a partir de iniciação científica e artigo publicados por João Emmanuel D'Alkmin Neves com orientação do Professor Doutor Humberto Celeste Innarelli e por obras de Heloisa Liberalli Bellotto e do Conselho Nacional de Arquivos. Para conceituar e explicar os princípios e funcionamento da plataforma Arduino foram pesquisadas obras de Charles Borges de Lima, Marco Valério Miorim Villaça, Michael McRoberts e Rafael Enríquez Herrador; b) discutir as possibilidades da utilização da plataforma Arduino no monitoramento das

condições ambientais nos locais destinados ao armazenamento de documentos digitais em caráter permanente; c) desenvolver um aplicativo visando gerenciar e monitorar as condições ambientais, integrando os conceitos da Arquivística e da plataforma Arduino.

Quanto ao ponto de vista da natureza desta pesquisa, a metodologia utilizada foi a pesquisa aplicada, que de acordo com Lakatos e Marconi (1990, p.19), “caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade”. Foi desenvolvido um protótipo e um software visando monitorar as condições ambientais, integrando os conceitos da Arquivística e da plataforma Arduino.

Com relação ao ponto de vista da forma da abordagem do problema, esse estudo foi uma pesquisa qualitativa que segundo Lüdke e André (1986, p.11-13):

[...] a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; 2. Os dados coletados são predominantemente descritivos; 3. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; 4. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção pelo pesquisador; 5. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Acerca do ponto de vista dos objetivos, foi uma pesquisa exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória para Gil (2002, p.41), “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que esta pesquisa teve como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. Com relação à pesquisa descritiva, Andrade (2001, p.124), afirma que “os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles. Isto significa que os fenômenos do mundo físico e humano são estudados, mas não manipulados pelo pesquisador”.

A respeito do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa foi bibliográfica e experimental. Para Fonseca (2002, p.32), a pesquisa bibliográfica:

[...] é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos,

páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

Gil (2002, p.47), discorre em sua obra que a pesquisa com caráter experimental “consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

No tocante ao método científico, esse estudo adotou o método dedutivo, que de acordo com Lakatos e Marconi (2003, p.86), “é uma característica que não pode deixar de ser assinalada é que o argumento indutivo, da mesma forma que o dedutivo, fundamenta-se em premissas”. Para Andrade (1999, p.23), “a dedução é o caminho das consequências, pois mostra uma cadeia de raciocínios em conexão descendente, ou seja, do geral para o particular. Esse método explica os fenômenos, relacionando os casos particulares aos princípios gerais”.

O trabalho foi estruturado em quatro capítulos, sendo que o primeiro conceitua a Arquivística, o segundo descreve a plataforma Arduino e o terceiro demonstra a criação de um protótipo utilizando o Arduino e o desenvolvimento de um aplicativo utilizando os princípios da Arquivística. Com base nas informações conseguidas a partir dos estudos realizados nos capítulos anteriores, o quarto capítulo se reserva às Considerações Finais.

1. ARQUIVÍSTICA

A Arquivística ou Arquivologia segundo o Arquivo Nacional (2005, p.37), é a “disciplina que estuda as funções do arquivo e os princípios e técnicas a serem observados na produção, organização, guarda, preservação e utilização dos arquivos”. Para atingir esse objetivo, utiliza-se de princípios, técnicas, normas e procedimentos utilizados na coleta, análise, identificação, organização, desenvolvimento, utilização, fornecimento, armazenamento e recuperação de informações. Para Bellotto (2002, p.21), a Arquivologia, enquanto ciência, tem como princípios:

- a) Proveniência – os documentos são identificados ao seu produtor e sua organização deve obedecer às atividades da instituição ou pessoa responsável por sua produção, individualizando-os a outros de origens distintas;
- b) Organicidade – os documentos documentais devem refletir as relações administrativas e a estruturas de sua entidade produtora;
- c) Unicidade – os documentos de arquivo detém caráter de únicos, no contexto de sua produção;
- d) Indivisibilidade ou integralidade – os grupos documentais devem ser preservados como são, sem dispersões, mutilações, alienações, adições ou destruições não autorizadas;
- e) Cumulatividade – um conjunto de documentos arquivísticos é uma formação progressiva, natural e orgânica.

O advento da Arquivística deve atender as finalidades de um arquivo, tendo por objetivo não apenas disponibilizar as informações, mas também preservar a memória das instituições. Conforme Paes (2006), deve-se manter a documentação disponível para fornecer aos usuários informações de forma rápida, precisa e completa. Logo, a missão de um arquivo é conceder a informação de forma organizada. Segundo Bellotto (2002, p.6):

O objetivo da arquivística [...] por meio de suas teorias, metodologias e aplicações práticas, é dar acesso a informação. Não a informação em geral, mas a informação arquivística, de cunho jurídico e/ou administrativo, que é indispensável ao processo decisório e para o funcionamento das atividades governamentais ou das empresas privadas e pessoas físicas, [...], até esta mesma informação, quando utilizada pelos historiadores para a crítica e explicação das sociedades passadas e que, inclusive, independentemente destes usos, permanece como componente de um corpus informacional que permita a transmissão cultural de geração a geração.

Hoje em dia, um dos maiores desafios da Arquivologia é a gestão do acervo digital devido à crescente produção de documentos nesse formato. Deseja-se assim,

evitar um período denominado Idade das Trevas Digital⁵, cujo termo deriva da denominação Idade das Trevas⁶, no sentido de que haveria uma possibilidade de perda e/ou ausência de registros.

Um fatídico exemplo de perda documental ocorreu com primeiros registros espaciais do pouso a Marte em 1976 pelo programa Viking⁷ da NASA⁸. Os dados da missão foram digitalizados e armazenados em fitas magnéticas, entretanto, quando os mesmos foram requisitados posteriormente, descobriu-se que estavam danificados. Ainda que após diversas tentativas, apenas parte do conteúdo foi recuperado, pois o formato da gravação era desconhecido.

Em razão desse incidente o CCSDS⁹, órgão ligado a NASA, elaborou o modelo de referência OAIS¹⁰ para a ISO¹¹, gerando a norma ISO 14721:2002, que teve a participação de diversos países, incluindo o Brasil através do INPE¹². Percebe-se na obra de Kenney e Rieger (2000), que o intuito da norma é melhorar a compreensão dos requisitos para a preservação e, assim, criar padrões que possam ser utilizados pelas instituições. O modelo prevê um sistema de preservação e acesso a informações digitais, contendo conceitos para descrição, comparação, estratégias e técnicas de preservação de arquivos.

1.1 ARQUIVO

Arquivo é o conjunto de documentos oficialmente produzidos e recebidos por um governo, organização ou firma, no decorrer de suas atividades, arquivados e conservados por si e seus sucessores para efeitos futuros (SOUZA, 1950 *apud* PAES,

⁵ Do inglês Digital Dark Age.

⁶ Expressão muito utilizada no passado para se referir a Idade Média.

⁷ O programa Viking consistiu em duas sondas espaciais, Viking 1 e Viking 2, enviadas a Marte.

⁸ Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço, do inglês National Aeronautics and Space Administration.

⁹ Consultative Committee for Space Data System.

¹⁰ Sistema de Informação Aberto para Arquivos, do inglês Open Archival Information System.

¹¹ Organização Internacional para Padronização, do inglês International Organization for Standardization.

¹² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

2006). Já o Arquivo Nacional (2005, p.27), apresenta os seguintes significados para o termo arquivo:

1. Conjunto de documentos produzidos e acumulados por uma entidade coletiva, pública ou privada, pessoa ou família, no desempenho de suas atividades, independentemente da natureza do suporte. 2. Instituição ou serviço que tem por finalidade a custódia, o processamento técnico, a conservação e o acesso¹³ a documentos. 3. Instalações onde funcionam arquivos¹⁴. 4. Móvel destinado à guarda de documentos.

O arquivo surge da imprescindibilidade humana em registrar e compartilhar informações sobre seu tempo para gerações futuras. O ser humano, desde suas origens, arquiva suas atividades. Inicialmente com pinturas rupestres nas cavernas e, ao longo do tempo, vai registrando em diferentes meios como tábuas de argila, papiro, papel etc. De acordo com Marques (2007, acesso em: 13/03/2015), a origem histórica dos arquivos remonta ao início da escrita, nas civilizações do Médio Oriente, há cerca de seis mil anos. Já Schellenberg (2006), acredita que os arquivos, como instituição, tiveram origem na antiga civilização grega entre os séculos V e IV a.C. quando os atenienses guardavam seus documentos no Metroon, conhecido como templo da mãe dos deuses.

É importante salientar que um arquivo não é apenas um objeto com informações, e sim, tudo que abrange um acontecimento. Bellotto (2002, p.18-19), estabelece que os arquivos são:

[...] conjuntos orgânicos de documentos produzidos / recebidos / acumulados por um órgão público, uma organização privada ou uma pessoa, e que, passada sua utilização ligada às razões pelas quais foram criadas, podem ser preservados, por seu valor informativo, para fins de pesquisa científica ou testemunho sociocultural. [...] são arsenal da administração e celeiro da história. Servem ao processo decisório e ao funcionamento das instituições e à pesquisa científica e à memória social.

Isto posto, é relevante afirmar que gravuras, desenhos, pinturas e documentos digitais são considerados arquivos. Prado (1985, p.17), ressalva que arquivo “não é só o lugar onde se guarda a documentação, como uma reunião de documentos

¹³ Possibilidade de consulta a documentos e informações.

¹⁴ Instituição ou serviço que tem por finalidade a custódia, o processamento técnico, a conservação e o acesso a documentos.

guardados. Portanto arquivar é guardar qualquer espécie de documento, visando à facilidade de encontrá-lo, quando procurado”.

1.2 DOCUMENTO ARQUIVÍSTICO

A partir do registro das informações, os documentos foram criados, viabilizando seu uso em pesquisas e estudos, além de evidência para comprovar fatos, fenômenos e testemunhos de determinada época ou lugar. Em virtude disso, surge a noção de documento arquivístico, que de acordo com o Conselho Nacional de Arquivos (2011, p.9), é o “documento produzido e/ou recebido por uma pessoa física ou jurídica, no decorrer das suas atividades, qualquer que seja o suporte, e dotado de organicidade”. Assim, torna-se o objeto de estudo da Arquivística e possui, segundo Bellotto (2002, p.24), as seguintes propriedades:

- a) imparcialidade – em sua criação, documentos não visam “dar contas a posteridade”, limitando-se a determinadas ações, funções;
- b) autenticidade – nos procedimentos, os documentos seguem formalidades quanto a sua criação, tramitação, uso e guarda;
- c) naturalidade – na acumulação, os documentos não são colecionados e sim, naturalmente, acumulam-se no curso das ações institucionais, de forma progressiva e contínua;
- d) organicidade – em seu relacionamento com outros documentos de um mesmo conjunto, há interdependência entre estas relações e o contexto de produção;
- e) unicidade – no conjunto, cada documento possui seu lugar único na estrutura ao qual pertence.

A reunião de documentos arquivísticos é chamada de documentação. Feijó (1998, p.36), discorre em sua obra que:

[...] o conjunto de documentos, que são todas as fontes contendo informações que ajudem a tomar decisões, comuniquem decisões tomadas, registrem assuntos de interesse da organização ou do indivíduo. Tem como característica reunir informações escritas acumuladas numa série sucessiva de anotações, quando dizem respeito a uma organização ou a um indivíduo, assumem a característica de documento. O conjunto dos documentos passa a constituir a documentação, com fins comerciais, industriais, jurídicos, escolares, etc.

A definição de valores é fundamental para determinar o tempo de guarda dos arquivos. Segundo Neves e Innarelli (2013, p.67), a classificação é dividida em:

- Valor Administrativo ou Primário: é inerente a criação do documento, podendo apresentar valor administrativo, fiscal ou jurídico.
- Valor Histórico ou Secundário: é identificado quando termina o valor primário e a guarda do documento é necessária permanentemente. Pode ser categorizado em probatório e informativo.

A Arquivologia clássica¹⁵ avaliava que a documentação arquivística possuía apenas as idades administrativas e históricas, e que os documentos encaminhavam-se de um estágio para o outro. Nesse período, muitas documentações foram descartadas pelas instituições para liberar espaço físico para novos documentos. Durante a Segunda Guerra Mundial¹⁶ houve um aumento dos documentos produzidos e, assim, intensificou a falta de capacidade nos acervos. Para Bellotto (2002, p.26), essa escassez de locais para o armazenamento de arquivos criou a noção da idade intermediária, que visa “uma retenção temporária esta, a que se dá nos arquivos intermediários, por razões de precaução e para guardar os prazos indicados pelas tabelas de retenção”.

Este fato alterou o curso da Arquivística, pois permitiu uma melhor estruturação do ciclo vital dos documentos arquivísticos através da criação da teoria das três fases ou idades. Essa teoria desenvolveu uma metodologia que aperfeiçoava a recuperação das informações e o uso dos espaços para a guarda de documentos. Consoante com Paes (2006, p.21-22), os arquivos são estruturados em:

- a) Arquivo de primeira idade ou corrente, constituído de documentos em curso ou consultados frequentemente, conservados nos escritórios ou nas repartições que os receberam e os produziram ou em dependências próximas de fácil acesso.
- b) Arquivo de segunda idade ou intermediário, constituído de documentos que deixaram de ser frequentemente consultados, mas cujos órgãos que os receberam e os produziram pode ainda solicitá-los, para tratar de assuntos idênticos ou retomar novamente focalizado. Não há necessidade de serem conservados próximos aos escritórios. A permanência dos documentos nesses arquivos é transitória. Por isso, são também chamados de 'limbo' ou “purgatório”.
- c) Arquivo de terceira idade ou permanente, constituído de documentos que perderam todo valor de natureza administrativa, que conservam em razão de seu valor histórico ou documental e que constituem os meios de conhecer o passado e sua evolução. Estes são os arquivos propriamente ditos.

¹⁵ É considerada Arquivística clássica até a primeira metade do século XX.

¹⁶ Conflito militar global que durou de 1939 a 1945, envolvendo a maioria das nações do mundo, organizadas em duas alianças militares opostas: os Aliados e o Eixo.

De acordo com Neves e Innarelli (2013, p.68), as fases são complementares, pois existe a possibilidade dos documentos arquivísticos passar de um estágio para outro e em cada ponto há uma forma de conservação e tratamento. Para Gonçalves (1998, p.17):

Em Arquivística, a discussão em torno dos valores primários a secundários da documentação está intimamente associada à questão da avaliação de documentos, isto é, da determinação de valores (sejam eles administrativos, jurídico-legais ou histórico- culturais) que permitam estabelecer a destinação ser dada a eles (eliminação, guarda temporária ou guarda permanente). Os valores primários são também chamados de valores imediatos, e os valores secundários, mediatos.

Simultâneo a concepção da teoria das três idades foi elaborada a Tabela de Temporalidade Documental. Segundo o Arquivo Nacional (2005, p.159), ela é um “instrumento de destinação, aprovado por autoridade competente, que determina prazos e condições de guarda tendo em vista a transferência, recolhimento, descarte ou eliminação de documentos”.

A TTD¹⁷ fornece melhor controle dos acervos, maior rapidez na recuperação das informações e suporte às decisões. Além disso, estabelece critérios para descarte ou guarda permanente dos documentos de valor histórico. Para Faria Filho (2000, p.11), “preservar não significa guardar tudo, mas avaliar a documentação, descartando o desnecessário e criando condições mínimas de sobrevivência do suporte físico (materialidade) e da informação do documento”.

Os documentos arquivísticos podem ser convencionais, eletrônicos ou digitais. O foco de pesquisa desse estudo foi exclusivamente nos documentos arquivísticos digitais.

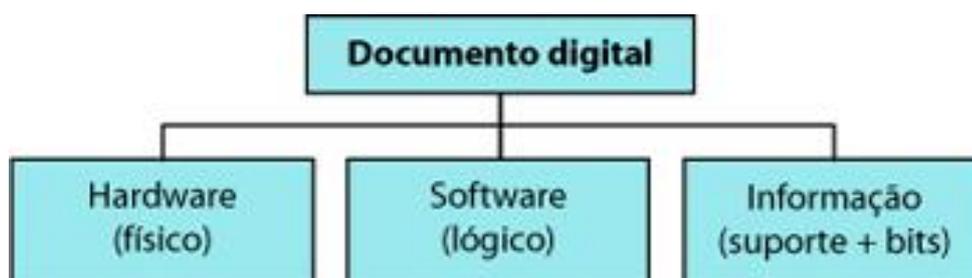
1.2.1 DOCUMENTO ARQUIVÍSTICO DIGITAL

Toda informação produzida e registrada durante as atividades de uma pessoa física ou jurídica constitui no arquivo da mesma. Desse modo, os arquivos criados em

¹⁷ Tabela de Temporalidade Documental.

computador (textos, imagens, base de dados etc.) são documentos arquivísticos digitais. Segundo a definição do Conselho Nacional de Arquivos (2011, p.9), “o documento arquivístico digital é um documento digital que é tratado e gerenciado como um documento arquivístico, ou seja, incorporado ao sistema de arquivos”. O documento digital é composto por três partes: hardware, software e a informação armazenada, que pode ser gerada por um software ou obtida através de dados contidos em sistemas gerenciadores de bancos de dados. A Figura 2 exemplifica a estrutura de um documento digital.

Figura 2 - Estrutura dos documentos digitais



Fonte: INNARELLI (2011)

Para Innarelli (2006, p.4):

No caso da geração do documento a partir dos dados contidos em um sistema gerenciador de banco de dados, os mesmos são processados e apresentados de acordo com os critérios definidos pelo próprio sistema informatizado, ou seja, os dados de um mesmo documento podem estar armazenados em diversos arquivos. [...] No caso da geração do documento a partir de um software ou um sistema específico, o documento contém todas as suas características e dados armazenados em um mesmo arquivo.

As informações presentes documentos digitais produzidos vêm compondo o patrimônio arquivístico digital, que é considerado pela UNESCO como sendo um novo legado para a humanidade. Em virtude disso, foram criados os mandamentos para proteger esse patrimônio digital. Na Figura 3 é possível conhecer esses mandamentos.

Figura 3 - Os dez mandamentos dos arquivos digitais



Fonte: INNARELLI (2011)

Um aspecto relevante do documento arquivístico digital é o formato. Conforme o Arquivo Nacional (2005, p.94), formato é o “conjunto das características físicas de apresentação, das técnicas de registro e da estrutura da informação e conteúdo de um documento”. A importância reside no conjunto do conteúdo e disposição em que os textos são apresentados, pois apenas garantir a escrita não é suficiente.

Em meio a tantos exemplos da importância do formato, é possível ressaltar a poesia concreta que tem como princípio fundamental a transformação do poema em objeto visual. A escrita usa o espaço gráfico como agente estrutural e então o poema deve ser simultaneamente lido e visto. A Figura 4 apresenta um fragmento do poema Ovonovelo do escritor Augusto de Campos publicado em 1956. Caso somente o conteúdo fosse salvo, toda a disposição do texto (alinhamento, espaçamento, fonte etc) seria perdida e, conseqüentemente, o mesmo ficaria sem sentido. Assim, deve existir a preocupação com o formato nos documentos arquivísticos digitais para que não haja qualquer tipo de perda.

Figura 4 - Fragmento do poema Ovonovelo

o v o
 n o v e l o
 novo no velho
 o filho em folhas
 na jaula dos joelhos
 infante em fonte
 feto feito
 dentro do
 centro

nu
 des do nada
 ate o hum
 ano mero nu
 mero do zero
 crua criança incru
 stada no cerne da
 carne viva en
 fim nada

Fonte: CAMPOS (2000, p.94)

Em virtude de tantos fatores, como a obsolescência tecnológica, os custos e a degradação física, é possível afirmar que os documentos arquivísticos digitais são extremamente frágeis. O presente estudo investigou meios e buscou apontar soluções para reduzir o impacto dos agentes de deterioração e o iminente risco de perda da informação contida nos arquivos digitais.

1.3 SUPORTE

Suporte é o meio utilizado para gravar a informação. Segundo o Arquivo Nacional (2005, p.159), é o “material no qual são registradas as informações”. Antigamente o papiro e o pergaminho foram suportes muito utilizados, contudo em virtude dos avanços da tecnologia, cada vez há uma maior diversidade de meios que permitem o registro da informação. Os principais suportes e suas respectivas espécies documentais são:

- Papel: Periódicos (jornais, revistas, boletins), Ata, Atestado, Certidão, Declaração, Livro, Cartaz, Mapa, Planta.
- Vidro: Negativo de Vidro, Mobiliário, Obras de Arte.

- Metal: Discos Rígidos, Disquetes, Escultura.
- Plástico: CD-R¹⁸, CD-ROM¹⁹, DVD-R²⁰, Microfilme, Fita de Vídeo, Fita em Rolo.
- Madeira: Gravuras, Esculturas, Mobiliário, Jogos.

O foco desse ensaio restringiu-se às mídias magnéticas e os discos ópticos CDs e DVDs, pois são os dispositivos de armazenamento usados para guarda da informação para fins de preservação dos arquivos digitais.

Os meios magnéticos são suportes para gravação e armazenamento de informação textual e/ou numérica, imagens, vídeos e som. Observa-se na obra Bogart (2001), que os mesmos possuem grande capacidade de armazenamento e baixo custo, em contrapartida, os discos ópticos são mais estáveis.

A fim de uma melhor preservação das mídias magnéticas, é preciso que haja o uso, a limpeza e o transporte de forma adequada. Entretanto, o acondicionamento em um ambiente limpo e controlado é a melhor forma de estender a expectativa de vida dos meios magnéticos. Conforme Bogart (2001, p.24):

Armazenar a fita magnética em um ambiente limpo e controlado é a preocupação mais importante que se pode tomar para prolongar o tempo de vida dos meios. Temperatura e umidade elevadas, além da presença de pó e de elementos corrosivos no ar afetam os componentes físicos que compõem a fita magnética e podem levar à perda de dados através da diminuição da capacidade magnética e da deterioração do aglutinante ou do suporte da fita. Temperaturas muito reduzidas deve também ser evitadas. Em alguns casos, temperaturas inferiores a 0°C podem realmente danificar os meios e reduzir, em vez de aumentar, as expectativas de vida, devido ao risco do lubrificante ser exudado do aglutinante, o que pode obstruir as cabeças de gravadores. Mudanças rápidas de temperatura são também indesejáveis, uma vez que introduzem trações (estresses) na montagem de fita bobinada.

As mídias ópticas são formadas por camadas que utilizam o laser para gravar e ler as informações que armazenam e disponibilizam. Os meios mais utilizados são os CDs e DVDs. De acordo com Innarelli (2006), os fatores que mais atingem as mídias ópticas são a temperatura, umidade, tempo de uso e a qualidade da mídia.

¹⁸ CD-R: Disco Compacto - Gravável, do inglês Compact Disc - Recordable.

¹⁹ Disco Compacto - Memória Somente de Leitura, do inglês Compact Disc - Read Only Memory.

²⁰ Disco Digital Versátil - Gravável, do inglês, Digital Versatile Disc - Recordable.

Com base na obra de Byers (2003), os principais cuidados ambientais a serem tomados com os meios ópticos são:

- Controle de temperatura e umidade relativa. Os discos mantidos em ambientes refrigerados, baixa umidade e não sujeitos à mudanças ambientais severas duram mais.

A Figura 5 exibe a expectativa de vida de uma mídia magnética e de uma mídia óptica (CD). Enquanto a primeira tem uma duração máxima de dez anos a segunda apresenta uma longevidade máxima de cinquenta e nove anos. O estudo apresenta, também, a informação alarmante de que a média de tempo para um equipamento de leitura se tornar obsoleto é de apenas cinco anos.

Figura 5 - Expectativa de vida

There is considerable controversy over the physical lifetimes of media: for example, some claim that tape will last for 200 years, whereas others report that it often fails in a year or two. However, physical lifetime is rarely the limiting factor, since at any given point in time, a particular format of a given medium can be expected to become obsolete within no more than 5 years.

Medium	practical physical lifetime	avg. time until obsolete
optical (CD)	5-59 years	5 years
digital tape	2-30 years	5 years
magnetic disk	5-10 years	5 years

Figure 2: The medium is a short-lived message

Fonte: ROTHENBERG (1999, p.3)

Em artigo publicado pelo CENADEM²¹ é possível comparar as relações entre os tipos de mídia, temperatura, umidade relativa e durabilidade. Observa-se na Tabela 1 que quanto maior a temperatura e a umidade relativa, menor é a durabilidade, independentemente do tipo da mídia. Cabe destacar que para prolongar a vida útil nos meios de armazenamento, é necessário um ambiente com temperatura moderada e baixa umidade relativa do ar.

²¹ Centro Nacional da Gestão da Informação

Tabela 1 - Mídias x Condições Ambientais x Durabilidade

Nome da Mídia	Temp. ° C	Umidade Relativa %	Durabilidade <i>Anos</i>
CD-ROM	40	80	2
	30	60	10
	20	40	50
	10	25	200
CD-R	40	80	2
	30	60	5
	20	40	30
	10	25	100
MAGNETO- ÓPTICO	40	80	2
	30	60	5
	20	40	30
	10	25	100
Microfilme com Qualidade Arquivística (Prata)	40	80	20
	30	60	50
	20	40	200
	10	25	500

Fonte: CENTRO NACIONAL DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO (1998, p.12)

1.4 CONSERVAÇÃO

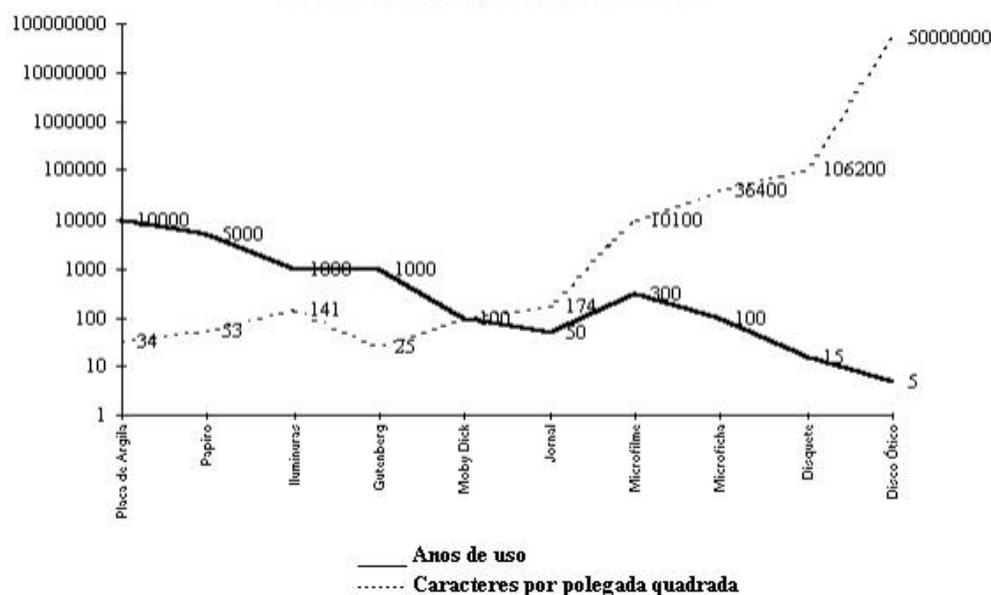
A conservação de documentos é vital para a continuidade do conhecimento e da cultura do ser humano. Conservar é manter vivo uma memória, uma informação, um acervo. Em virtude a isso é fundamental adotar uma política de conservação, pois como enfatiza o Conselho Nacional de Arquivos (2011, p.35):

Os documentos arquivísticos têm de se manter acessíveis e utilizáveis pelo tempo que for necessário, garantindo-se sua longevidade, funcionalidade e acesso contínuo. Devem ser asseguradas as características dos documentos, tais como autenticidade e acessibilidade, pela adoção de estratégias institucionais e técnicas proativas de produção e preservação que garantam sua perenidade.

É necessário análise, planejamento e implantação de uma política de conservação pelas instituições com o propósito de garantir a durabilidade dos acervos. O Gráfico 1 apresenta um panorama dos desafios relacionados aos suportes modernos. O eixo “X” representa a superfície em que a escrita foi registrada e o eixo “Y” uma escala logarítmica, onde cada nível aumenta por ordem de grandeza em função de um fator 10. A linha pontilhada indica a quantidade de informações que

pode ser armazenada e a linha cheia a expectativa de vida dos suportes. Observa-se que a quantidade de informações armazenadas aumenta exponencialmente nas novas superfícies, todavia, a permanência, a durabilidade e a resistência dos atuais meios de registro, com exceção do microfilme, declinam.

Gráfico 1 - O dilema dos suportes modernos
Densidade de informação x Expectativa de vida



Fonte: CONWAY (2001, p.13)

Para Conway (2001, p.12):

Hoje, somos capazes de armazenar detalhadas imagens de centenas de livros, compostas a partir de minúsculos fragmentos, no limitado espaço de um disco ótico. Esta capacidade de registrar e armazenar dá origem a um dos dilemas centrais da história registrada: nossa capacidade de registrar informações aumentou exponencialmente ao longo do tempo, enquanto que a longevidade dos meios utilizados para armazená-la decresceu de modo equivalente.

É importante destacar que o termo conservação em Arquivística, contém os conceitos de preservação e restauração. Segundo o Arquivo Nacional (2005, p.135 e p.149):

Preservação: Prevenção da deterioração e danos em documentos, por meio de adequado controle ambiental e/ou tratamento físico e/ou químico.
Restauração: Conjunto de procedimentos específicos para recuperação e reforço de documentos deteriorados e danificados.

Através da análise desses conceitos, observa-se que não há restauração de documentos arquivísticos digitais, visto que neles toda reprodução é idêntica ao documento de origem. Em virtude disso, esse estudo abordou unicamente o conceito de preservação.

A preservação digital é um desafio contemporâneo devido aos esforços de armazenamento e o acesso as informações contidas nos documentos digitais. É preciso analisar a razão considerada para a definição e implementação dos métodos de preservação, pois a guarda de um documento é feita por seu valor probatório e/ou informativo.

O documento arquivístico digital deve ser preservado ao longo do tempo previsto, conforme determinado na Tabela de Temporalidade Documental. Suas propriedades exigem atenção, principalmente nos quais que serão guardados por um longo período. A preocupação em criar formas para preservar os documentos arquivísticos digitais a longo prazo é reforçada por Howell (2000), ao lembrar que a humanidade tem mais de dois mil anos de experiência na preservação de papel manuscrito, porém ainda tem pouco conhecimento com relação aos documentos digitais.

A preservação deve priorizar os meios de armazenamento, uma vez que os mesmos são vulneráveis aos fatores de deterioração. Esses agentes podem causar perdas irreparáveis, inclusive, provocar a devastação de acervos inteiros. Com intenção de decidir sobre os melhores procedimentos empregados para a preservação é necessário analisar o material que é constituído o documento e as características do suporte utilizado. Essa análise é realizada para evitar processos de degradação natural provocados por elementos intrínsecos e extrínsecos. Com base na obra de Neves e Innarelli (2013, p.71):

- Intrínsecos: São fatores de deterioração que estão presentes no próprio suporte, ou seja, são propriedades naturais que levam a auto-deterioração.
- Extrínsecos: São fatores de deterioração externos, ou seja, não derivam do suporte do documento.

Esse estudo teve como foco os fatores extrínsecos ambientais, listando-os e estudando seus impactos nos diferentes dispositivos de armazenamento.

Diante da impossibilidade em eliminar a deterioração causados pelos fatores extrínsecos ambientais, faz-se necessário encontrar meios para minimizar seus efeitos. Uma alternativa para isso, é a criação de locais que controlem os agentes de deterioração ambientais. Para o Conselho Nacional de Arquivos (2011), os principais fatores ambientais são:

- Temperatura: O calor agiliza as reações químicas, principalmente a deterioração, dobrando-a aproximadamente a cada aumento de 10° C em temperatura.
- Umidade relativa do ar: Os altos níveis promovem reações químicas prejudiciais e os baixos níveis causam o ressecamento e aumentam a fragilidade.
- Iluminação: É uma forma de energia que acelera a deterioração dos acervos por catalisar a oxidação. Qualquer exposição à luz, mesmo que por um breve período de tempo, pode causar danos cumulativos e irreversíveis.
- Poluição do ar: Os poluentes contribuem para a deterioração das mídias. Os mais prejudiciais poluentes são os gases e as partículas, sendo que os contaminadores gasosos - sobretudo o dióxido de enxofre, os óxidos de nitrogênio, os peróxidos e o ozônio - catalisam reações químicas que levam à acidez aos materiais.

Baseado na obra de Ogden (2001), a iluminação e a poluição do ar causam poucos danos aos acervos digitais. Para evitar os efeitos da iluminação recomenda-se não deixar os meios armazenados e/ou expostos a uma luz diretamente. Visando minimizar os impactos relacionados à poluição do ar indica-se que a localização do acervo deve estar em uma região com baixa incidência de poluição.

Graças aos estudos do Arquivo Nacional (2005), Conselho Nacional de Arquivos (2011) e Ogden (2001), conclui-se que os fatores ambientais mais nocivos aos acervos digitais são a temperatura e a umidade relativa do ar. Esses elementos

aceleram a deterioração dos suportes que armazenam os documentos digitais, devido à expansão e contração dos mesmos. O conhecimento das características dos meios de armazenamento auxilia na minimização do impacto da temperatura e da umidade. Neves e Innarelli (2013, p.71-72), discorrem que:

A umidade do ar é influenciada diretamente pela temperatura, pois é expressa como sendo a razão da quantidade de vapor de água contido em um volume de ar a certa temperatura e a quantidade máxima de água que este volume pode conter sem haver condensação. Quanto mais alta a temperatura, mais alta é a quantidade de água no ar. A queda brusca da temperatura causa redução na quantidade de água que o ar suporta, causando a condensação e a formação de gotas de água.

O cerne desse estudo foi o emprego da plataforma Arduino a fim de auxiliar o monitoramento e gerenciamento das condições climáticas nos acervos digitais. Isso porque, essa nova tecnologia contribui para a preservação dos documentos, garantindo assim, os princípios de eficácia, eficiência, confidencialidade, integridade, disponibilidade, conformidade e confiabilidade.

2. ARDUINO

Quando se refere a sistemas de automação, sensoriamento e controle, normalmente, há a associação com projetos complexos e de alto custo. De acordo com Parede e Gomes (2011), a automação apresenta como desvantagens o alto custo de desenvolvimento e manutenção, a inflexibilidade e o custo operacional elevado. A plataforma Arduino foi criada com o propósito ser uma alternativa com qualidade, praticidade e custo acessível. Isso permitiu uma infinidade de novos sistemas de monitoramento e controle que até então eram inexistentes e/ou restritos.

A iniciativa do Arduino surgiu em 2005 na cidade de Ivrea, Itália, com o intuito de desenvolver projetos acadêmicos com um menor nível de complexidade e baixo custo. Baseado nessas duas premissas a equipe de concepção formada por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, desenvolveu a plataforma Arduino. Segundo Lemos (2014, acesso em: 22/04/2015):

O projeto nasceu em 2005 quando estudantes de um curso de Design de Interação na Itália, entre eles Massimo Banzi, resolveram arregaçar as mangas e criar eles mesmos uma alternativa ao hardware do curso, que era caro e complexo para os estudantes.

O sucesso foi praticamente imediato, recebendo menção honrosa na categoria “Comunidades Digitais” em 2006 pela Prix Ars Electronica, que é um dos mais importantes prêmios mundiais na arte interativa, eletrônica, música, animação e cultura digitais.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, constituída por uma placa baseada em um circuito gerenciado por um microcontrolador e com inúmeros componentes, permitindo assim, a automação e controle de diversos dispositivos. Com base na obra de McRoberts (2015, p.22):

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

O projeto é baseado no princípio do código aberto da Open Source Initiative e licença Creative Commons, ou seja, é um dispositivo lógico projetado e oferecido de maneira que permite adaptações e/ou modificações sem que seja necessário solicitar permissão de seu proprietário. Desse modo, há a garantia e liberdade para estudar, modificar e melhorar os projetos continuamente. Conforme o sítio eletrônico da Open Source Initiative (1998, acesso em: 28/04/2015), o código aberto deve obedecer as seguintes premissas:

1. Distribuição livre;
2. Acesso ao código-fonte;
3. Permissão para criação de trabalhos derivados;
4. Integridade do autor do código-fonte;
5. Não discriminação contra pessoas ou grupos;
6. Não discriminação contra áreas de atuação;
7. Distribuição da licença;
8. Licença não específica a um produto;
9. Licença não restritiva a outros programas;
10. Licença neutra em relação à tecnologia.

Com relação ao licenciamento, baseado no sítio eletrônico da Creative Commons (2001, acesso em: 28/04/2015):

Todas as licenças Creative Commons têm em comum muitas características importantes. Todas as licenças ajudam os criadores — a quem chamamos de licenciantes, se utilizam os nossos instrumentos — a manter o seu direito de autor e os seus direitos conexos, ao mesmo tempo que permitem que outras pessoas copiem, distribuam e façam alguns usos do seu trabalho — pelo menos, para fins não comerciais. Todas as licenças Creative Commons são aplicáveis em todo o mundo e duram o mesmo prazo que o direito de autor e/ou os direitos conexos aplicáveis (porque têm por base o direito de autor e/ou os direitos conexos). Estas características comuns constituem a forma de base. Os licenciantes podem depois optar por acrescentar autorizações adicionais, quando decidem de que forma pretendem que o seu trabalho possa vir a ser usado.

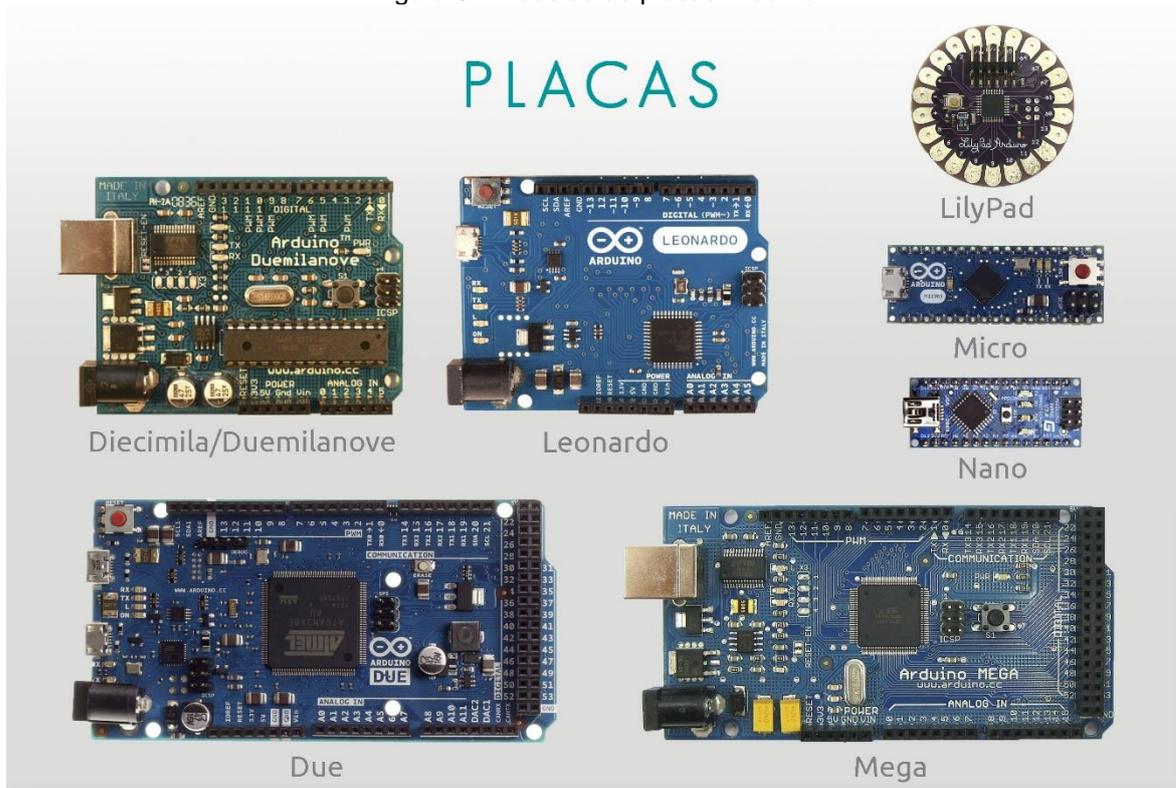
Para Herrador (2009), dentre as numerosas vantagens que a plataforma Arduino apresenta, as principais são:

- Preço: as placas Arduino são baratas quando comparadas a outras plataformas de microcontroladores.
- Multiplataforma: o Arduino IDE é executado em Linux, Macintosh OS ou Windows.

- Ambiente de Programação Simples e Claro: o ambiente de programação é simples de ser usado por principiantes, contudo, pode ser otimizado para ser utilizado por usuários experientes.
- Código Aberto e Software Expansível: é uma ferramenta com código aberto e disponível para a utilização por todos. Por isso, também, há a possibilidade de expansão com bibliotecas desenvolvidas em linguagem C++.
- Código Aberto e Hardware Expansível: o Arduino possui diversas versões, entretanto, como é baseado em licenças Creative Commons, permite que qualquer pessoa utilize e modifique os circuitos de acordo com seus interesses e necessidades.

O Arduino possui vários modelos de placas e as versões mais conhecidas são Uno, Nano, Mega, Diecimila, LilyPad, Leonardo, Serial e Extreme. A Figura 6 exibe os principais modelos de placar Arduino.

Figura 6 - Modelos de placas Arduino



Fonte: LOZANO (2014)

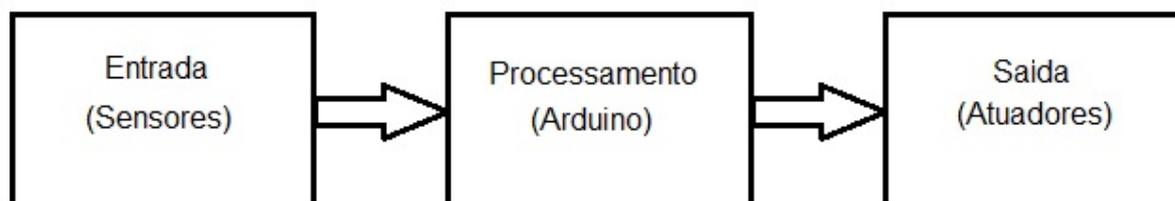
Cada placa apresenta características próprias para o desenvolvimento de protótipos específicos. Por exemplo, a Nano, que é uma placa em miniatura, é indicada para projetos com espaço otimizado. Já a versão Mega possui muitas portas e/ou pinos, sendo ideal para iniciativas que utilizam diversos sensores e equipamentos.

O Arduino uma ferramenta de entrada e saída de dados, onde os elementos são captados, processados e geram uma saída. Essa característica possibilita a integração de módulos para múltiplas funções e a utilização de inúmeros sensores, módulos para comunicação e acionadores. Conforme Vega (2013, acesso em: 23/04/2015):

Em resumo, o Arduino é um kit de desenvolvimento, que pode ser visto como uma unidade de processamento capaz de mensurar variáveis do ambiente externo, transformadas em um sinal elétrico correspondente, através de sensores ligados aos seus terminais de entrada. De posse da informação, ele pode processá-la computacionalmente.

A Figura 7 demonstra o princípio do funcionamento do Arduino, em que uma entrada é obtida pelos sensores, após isso há o processamento e por fim, os atuadores produzem uma saída.

Figura 7 - Diagrama de uma cadeia de processamento Arduino



Fonte: VEGA (2013)

Destaca-se, também, que por ser uma plataforma, o Arduino é composto por hardware (placa controladora) e software (ambiente de desenvolvimento), ambos muito flexíveis e fáceis de usar.

2.1 HARDWARE

A tecnologia da informação tornou-se indispensável no final do século XX, devido ao desenvolvimento da eletrônica e suas inúmeras possibilidades de uso. Para

Gutierrez e Alexandre (2004, p.6), o termo tecnologia da informação envolve “criar, guardar, trocar e usar informação, em qualquer de suas formas, nascida da confluência entre informática e telecomunicações, cujo mercado encontra-se dividido em: hardware e software”.

O hardware representa o elemento material do sistema que possibilita a utilização de um software. Segundo O’ Brien (2004, p.11), esse dispositivo físico “compreende os dispositivos físicos e equipamentos utilizados no processamento de informações, ou seja, envolve a unidade central de processamento, mídias de dados, periféricos, ou quaisquer outros objetos tangíveis nos quais são registrados dados”. Para Laudon e Laudon (2007), é a tecnologia usada para o processamento, armazenamento, entrada e saída de dados.

O hardware do Arduino é uma placa de circuito, composta por um microcontrolador²², entradas e saídas digitais e analógicas. Essa placa também apresenta interface serial e/ou USB²³ para interligação a um dispositivo externo, como um computador, que é usado para sua programação. Segundo Quierelli, Mazzi e Quierelli (2014, p.10):

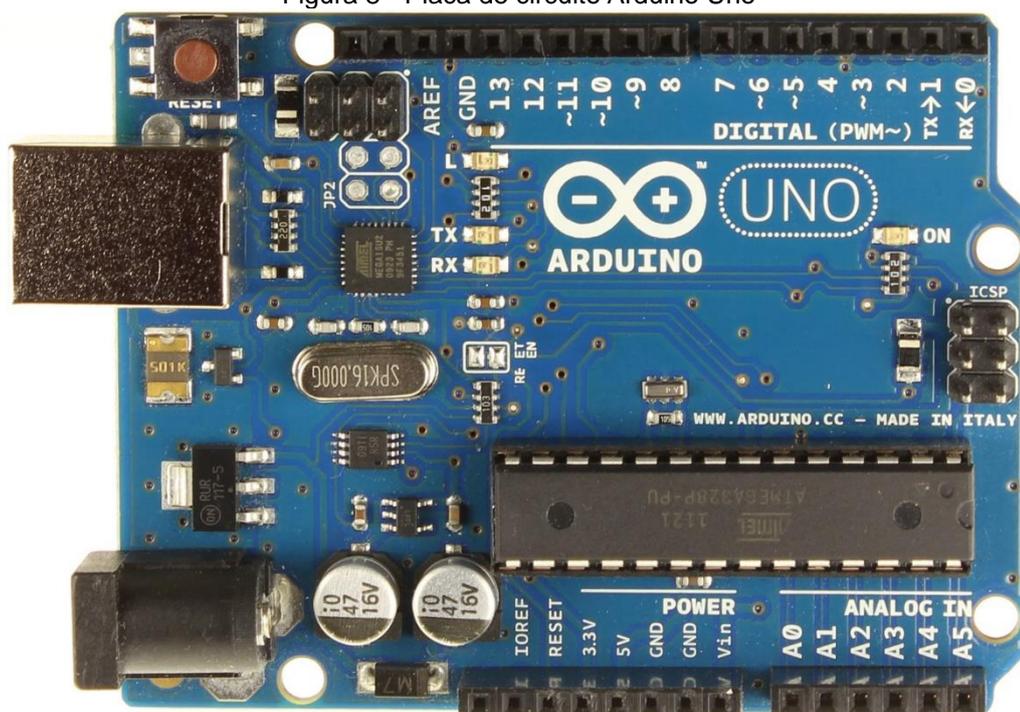
A placa de Arduino possui E/S digitais e analógicas além de interface serial e USB. A grande vantagem de utilizá-la é que ela pode ser programada para as tarefas as quais se destina, sendo assim, tanto os profissionais de eletrônica quanto de informática podem desenvolver projetos de automação.

A placa de circuito Uno, que é atualmente a opção padrão do Arduino, é baseada no microcontrolador ATmega328. Ela possui catorze pinos de entrada/saída digital, seis entradas analógicas, uma conexão USB, um cristal oscilador de 16 MHz e uma entrada de alimentação externa. Quanto as dimensões, essa versão apresenta 68,50 mm de comprimento e 53,34 mm de largura, além de possuir quatro furos de fixação que permitem a montagem em diversas superfícies. A Figura 8 exhibe a placa de circuito Uno e a disposição de seus componentes.

²² É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas.

²³ É um tipo de conexão que permite a conexão de periféricos sem a necessidade de desligar o computador, do inglês Universal Serial Bus.

Figura 8 - Placa de circuito Arduino Uno



Fonte: ARDUINO (2013)

Essa placa foi utilizada nesse estudo, pois o hardware é compatível com as necessidades do projeto e a conectividade USB foi um elemento facilitador para a programação e execução dos testes necessários.

Com base no conteúdo do sítio eletrônico do Arduino (2013, acesso em: 27/04/2015), as principais características do hardware da versão Uno são:

- Microcontrolador: o componente principal da placa Arduino Uno é o microcontrolador ATMEL ATmega328, um dispositivo de 8 bits da família AVR²⁴ com arquitetura RISC²⁵ avançada e com encapsulamento DIP²⁶28. Esse controlador possui 32 KB de Flash (mas 512 Bytes são utilizados pro gerenciador de boot), 2 KB de RAM²⁷ e 1 KB de EEPROM²⁸. Através

²⁴ É um microcontrolador de chip único desenvolvido pela Atmel.

²⁵ Do inglês Reduced Instruction Set Computer que significa Computador com um Conjunto Reduzido de Instruções. É uma linha de arquitetura de processadores que favorece um conjunto simples de instruções.

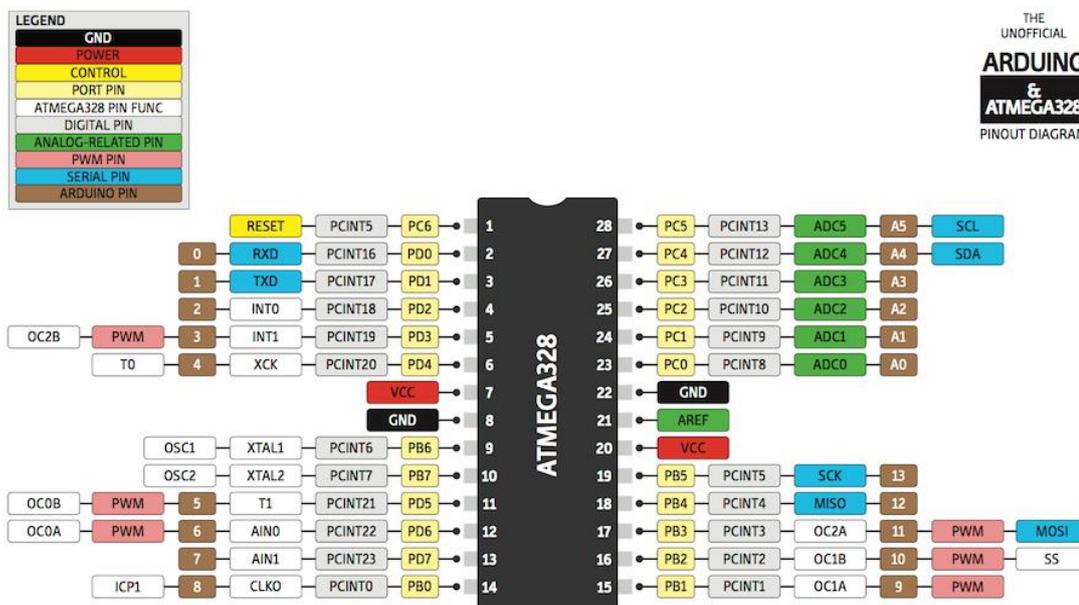
²⁶ Do inglês Dual In-Line Package, que é um tipo de encapsulamento de circuitos integrados.

²⁷ Do inglês Random Access Memory, que significa Memória de Acesso Aleatório.

²⁸ Do inglês Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory, que é um chip de armazenamento não-volátil.

da Figura 9 é possível identificar as principais funcionalidades do microcontrolador da ATMEL.

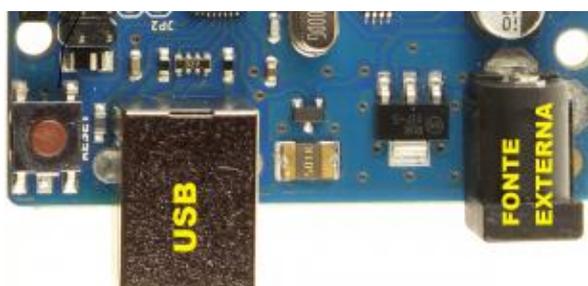
Figura 9 - Microcontrolador ATMEL ATmega328



Fonte: ARDUINO (2013)

- Alimentação: pode ser realizada através de conexão USB ou por fonte de alimentação externa, sendo a fonte de alimentação selecionada automaticamente. A alimentação externa é feita através do conector Jack, onde o valor de tensão deve estar entre 6V a 20V. Todavia, caso a tensão esteja abaixo de 7V poderá ficar instável e se alimentada com tensão acima de 12V o regulador de tensão poderá sobreaquecer e danificar a placa. Dessa forma, é recomendado para tensões de fonte externa valores de 7V. Na Figura 10 são destacadas as entradas de alimentação da placa Uno.

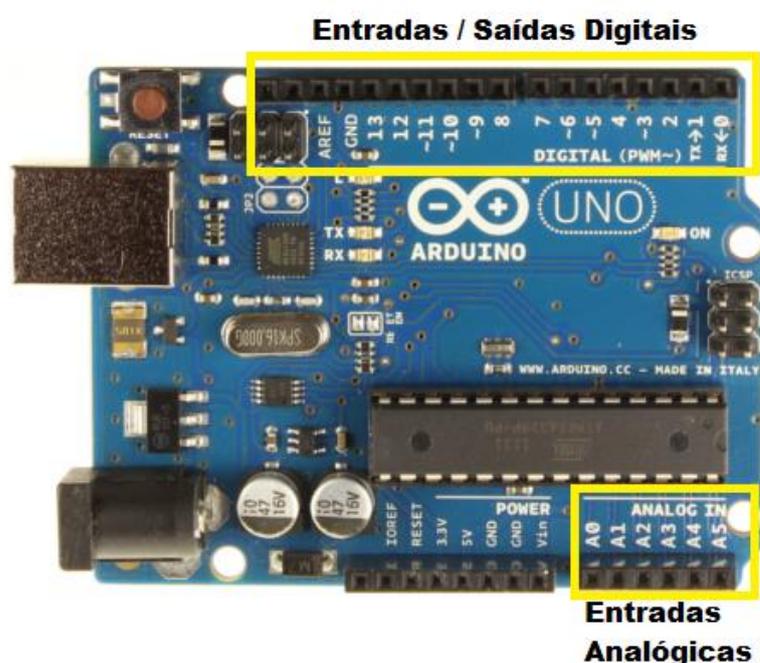
Figura 10 - Fontes de alimentação



Fonte: INSTITUTO DIGITAL (2015)

- Memória: o ATmega328 possui 32 KB, sendo 0,5 KB utilizado para o gerenciador de boot, além de possuir 2 KB de SRAM²⁹ e 1 KB de EEPROM.
- Entrada e Saída: há catorze pinos digitais que podem ser usado como entrada ou saída, usando as funções `pinMode()`³⁰, `digitalWrite()`³¹ e `digitalRead()`³². O Arduino Uno possui, também, seis pinos de entradas analógicas. Além disso, alguns pinos digitais e analógicos têm funções específicas. É possível perceber em realce na Figura 11 as entradas e saídas da placa Arduino.

Figura 11 - Pinos Entrada e Saída



Fonte: INSTITUTO DIGITAL (2015)

- Comunicação: apresenta uma série de facilidades para se comunicar com computadores, Arduinos ou outros microcontroladores. A placa fornece comunicação serial, USB, I2C³³ e SPI³⁴.

²⁹ Do inglês Static Random Access Memory, que significa Memória Estática de Acesso Aleatório.

³⁰ Configura a porta especificada para se comportar tanto como entrada ou saída.

³¹ Altera o estado para alto (HIGH) ou baixo (LOW) de uma porta digital.

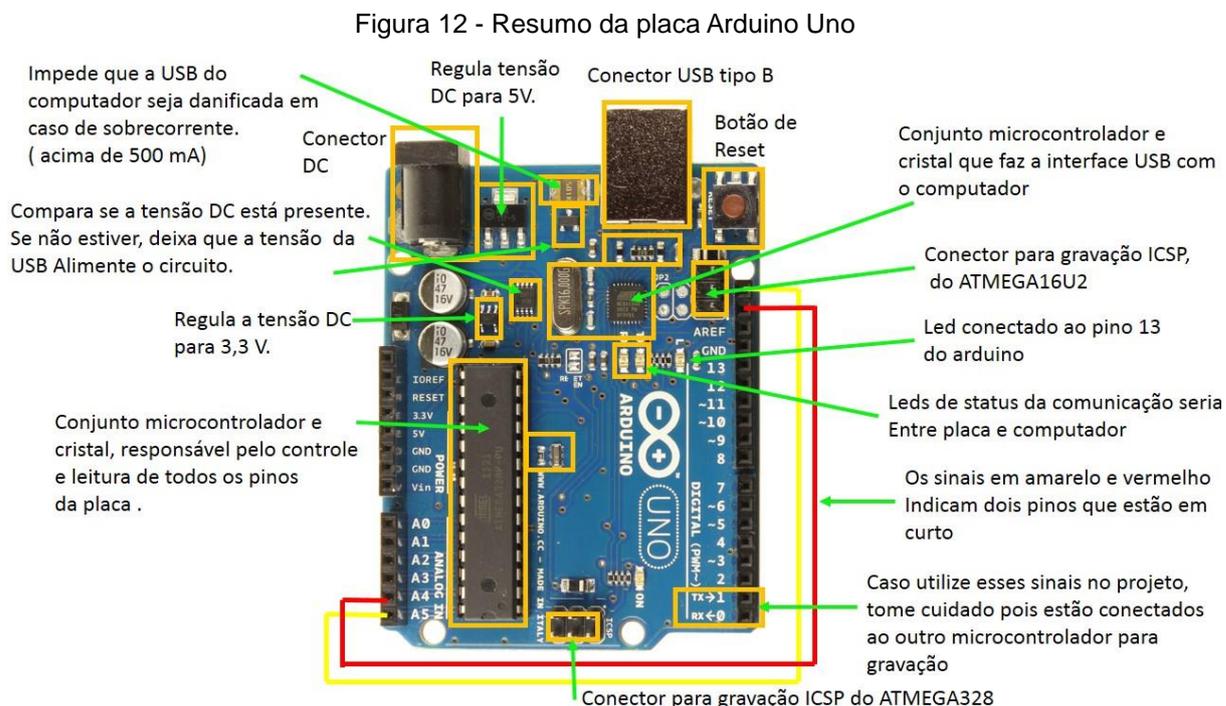
³² Lê o valor de uma porta digital especificado, podendo ser alto (HIGH) ou baixo (LOW).

³³ Do inglês Inter-Integrated Circuit é um barramento serial multimestre.

³⁴ Do inglês Serial Peripheral Interface, que é um protocolo que permite a comunicação do microcontrolador com diversos outros componentes, formando uma rede.

- Proteção contra sobrecarga USB: possui um fusível reajustável que protege as portas USB contra cortes e sobrecargas.

As principais características da placa de circuito do Arduino são visualizadas na Figura 12, que apresenta, além disso, um breve indicativo de suas funções. A seguir, na Tabela 2, são apresentadas as especificações técnicas do modelo Uno.



Fonte: INSTITUTO DIGITAL (2015)

Tabela 2 - Características técnicas da placa Arduino Uno

Microcontrolador	Atmega 328
Voltagem Operacional	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente CC por pino E/S	40 mA
Corrente CC para o pino 3,3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) dos quais 0,5KB são utilizados pelo bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte: ARDUINO (2013)

2.2 SOFTWARE

O software é uma sequência de instruções, que é interpretado e executado por um processador. Caso essa sequência seja correta, padrões serão seguidos e um comportamento desejado será atingido. Para Pressman (2002, p.19), software é “um elemento de sistema lógico e não físico que não se desgasta”. Por sua vez, Sommerville (2007, p.11), destaca que o software “é abstrato e intangível, não limitado por materiais e leis físicas ou processos de manufatura”.

Atualmente o uso de softwares é imprescindível, afinal o mesmo está incorporado direta ou indiretamente na vida de qualquer cidadão, como por exemplo em serviços bancários, telefonia e fornecimento de energia elétrica. Gutierrez e Alexandre (2004, p.7), afirmam que:

[...] sua atuação ultrapassa os limites do complexo eletrônico, fazendo-se presente em praticamente todos os setores da atividade humana possibilitando a automatização de tarefas rotineiras, o controle de processos e aumento de eficiência, bem como a identificação de falhas antes mesmo que elas ocorram.

A programação na plataforma Arduino é realizada através do Arduino IDE³⁵, que é uma aplicação multiplataforma derivada dos projetos Processing³⁶ e Wiring³⁷. O Arduino IDE é um software de fácil utilização, que permite o desenvolvimento de aplicações a pessoas com pouco conhecimento programação. Esse aplicativo possui um editor de código, que possui inúmeros recursos como realce de sintaxe e indentação³⁸ automática, capaz de compilar e enviar programas para a placa com um único clique. Segundo Santos (2008, p.40):

A linguagem usada nesta aplicação é uma versão simplificada de C, possuindo o mesmo tipo de regras e funções básicas. O ambiente de desenvolvimento do Arduino é muito intuitivo e fácil de usar. Para carregar um programa é simplesmente necessário, elaborá-lo e com um simples click no botão Upload to I/O Board, o programa é compilado e enviado para o Arduino. Isto é possível ser feito sem recorrer a hardware externo, pois o Arduino possui um bootloader de origem. Ferramenta esta que quando ligada, possibilita que o Arduino receba os comandos enviados pela porta USB.

³⁵ Do inglês Integrated Development Environment, que significa Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

³⁶ Linguagem de programação de código aberto e ambiente de desenvolvimento integrado.

³⁷ É uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre composta por uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento integrado e um microcontrolador de placa única.

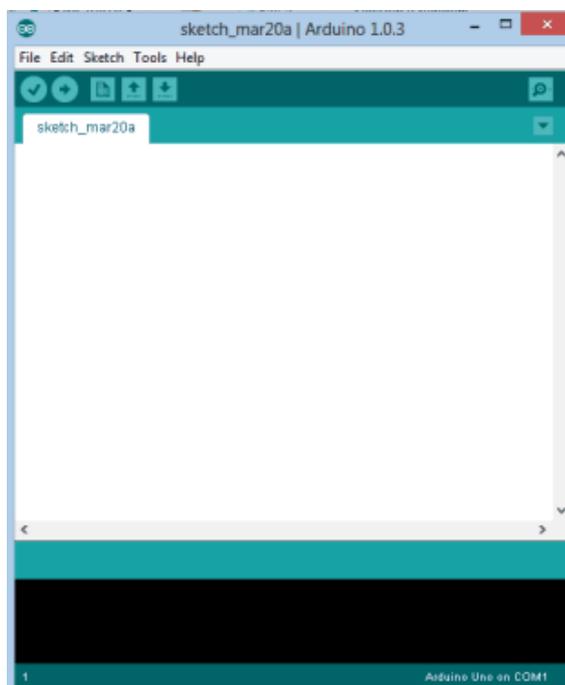
³⁸ É o termo aplicado ao código de um programa para ressaltar ou definir a estrutura do algoritmo.

O IDE é dividido em três partes: toolbar no topo, sketch window no centro, e janela de mensagens na parte inferior. Na toolbar há um conjunto de guias com o nome do sketch. Ao lado direito há um botão que habilita o serial monitor. Na parte superior há uma barra de menus com os itens: File, Edit, Sketch, Tools e Help. Os botões na toolbar fornecem acesso rápido às funções mais utilizadas desses menus. Os ícones de atalho da IDE são:

- Verify: verifica erros no código digitado.
- Upload: compila o código e grava na placa Arduino.
- New: cria um novo sketch em branco.
- Open: abre um sketch.
- Save: salva o sketch ativo.
- Serial monitor: abre o monitor serial.

Na Figura 13 é exibido o ambiente de desenvolvimento Arduino IDE e a localização de suas partes.

Figura 13 - Ambiente de desenvolvimento do Arduino IDE



Fonte: SANTOS (2008, p.39)

Conforme conteúdo do sítio eletrônico do Arduino (2013, acesso em: 27/04/2015), o código é constituído por dois blocos de funções:

- Função Setup: é executada quando o Arduino é ligado ou quando se efetua o reset. Essas instruções são executadas apenas uma vez. É responsável por inicializar as variáveis, definir as portas de entrada/saída e determinar as bibliotecas. Na Figura 14 é possível observar a estrutura da Função Setup.

Figura 14 - Função Setup

- Função `setup`

```
void setup() {  
  Instruções 1;  
}
```

Fonte: ARDUINO (2013)

Na Figura 15 é exibido um exemplo da Função Setup. Dentro do bloco de instruções está configurado comportamento do pino 5, definido como `buttonPin` (linha 1). No código apresentado, está definido que o pino 5 está configurado como `INPUT` (entrada). A função `Serial.begin(int taxa_bps)` define a taxa de transmissão em série. Tipicamente para a comunicação com o computador usa-se taxas de 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 ou 115200 bps.

Figura 15 - Exemplo da Função Setup

```
int buttonPin = 5;  
  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(buttonPin, INPUT);  
}
```

Fonte: ARDUINO (2013)

- Função Loop: é iniciada após a execução da função `setup`. Ela realiza um loop sucessivo e permite que o programa faça ações pré-

estabelecidas. É responsável, por exemplo, pela leitura de botões ou sensores. Na Figura 16 é possível observar a estrutura da Função Loop.

Figura 16 - Função Loop

- Função `loop`

```
void loop() {
  Instruções 2;
}
```

Fonte: ARDUINO (2013)

Na Figura 15 é exibido um exemplo da Função Loop. A função está efetuando leitura de um `buttonPin` (linha 1). Quando apresenta o valor `HIGH`, é enviado pela porta o valor `'H'` (linha 2). Caso contrário, é enviado pela porta o valor `'L'` (linha 4).

Figura 17 - Exemplo da Função Loop

```
void loop()
{
  if (digitalRead(buttonPin) == HIGH)
    Serial.println('H');
  else
    Serial.println('L');
  delay(1000);
}
```

Fonte: ARDUINO (2013)

2.3 SENSORES

Sensores são dispositivos que medem grandezas físicas para obter dados do meio em se localizam, como temperatura, umidade, pressão, luminosidade etc. Em termos gerais, o sensor é um aparato que responde a um estímulo físico e/ou químico de forma específica e mensurável analogicamente. Para Seippel (1983, p.8):

Sensores são dispositivos usados para detectar, medir ou gravar fenômenos físicos e que responde transmitindo informação, iniciando mudanças ou operando controles.

O principal objetivo dos sensores é transformar uma grandeza física em sinal elétrico para ser interpretado por equipamentos eletrônicos. De acordo com Fonseca (2012, acesso em: 17/04/2015), as principais características são:

- Linearidade: é a proporção entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais precisa é a resposta ao estímulo do ambiente.
- Faixa de atuação: é o intervalo de valores em que pode ser usado o sensor sem comprometer a medição.

Conforme descrito anteriormente, a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais agentes ambientes que influenciam na preservação dos arquivos digitais. Devido a isso, esse estudo se concentrou na análise desses agentes ambientais.

Sensor de Temperatura

A temperatura é a grandeza física mais medida, pois exerce função vital em diversos processos industriais. Além disso, com a medição da temperatura pode-se calcular outras grandezas físicas indiretamente, com por exemplo, a umidade relativa do ar. A sua medição precisa é uma necessidade, tendo em vista que, dados incorretos podem gerar consequências críticas, como a redução da vida útil de equipamentos. Meijer (1994, p.19), aborda em sua obra que há três principais tipos de temperatura:

- Sensores Resistivos: são resistências que dependem da temperatura.
- Sensores Termoelétricos: produzem um sinal de força eletromotriz graças ao efeito termoelétrico.
- Sensores de Infravermelho: captam a radiação eletromagnética em ondas do infravermelho.

Na Figura 18 é possível visualizar alguns modelos de sensores de temperatura.

Figura 18 - Modelos de sensores de temperatura



Fonte: TOTAL AUTOMAÇÃO (2012)

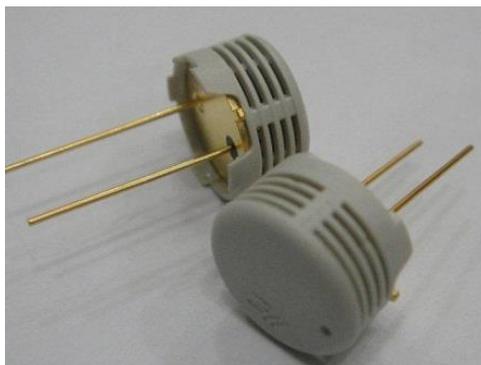
Sensor de Umidade Relativa do Ar

Higrômetro é denominação do sensor que informa a umidade relativa no ar. A umidade relativa do ar é a razão entre a umidade real e a maior quantidade de umidade em que a temperatura possui. Cabe ressaltar que a umidade será maior quando o ar estiver mais quente. Para Sensirion (2005, acesso em: 22/04/2015), os principais tipos de sensores de umidade são:

- **Sensores Capacitivos:** utiliza um polímero que absorve e libera água de forma proporcional a umidade relativa do ambiente, permitindo assim calcular a umidade relativa do ar.
- **Sensores Resistivos:** utiliza uma estrutura porosa de alumínio, que é preenchida por gotas de vapor de água e, assim, mede a umidade do ambiente. Todavia, possuem menor precisão que os sensores capacitivos.

Na Figura 19 é possível visualizar alguns modelos de sensores de umidade relativa do ar.

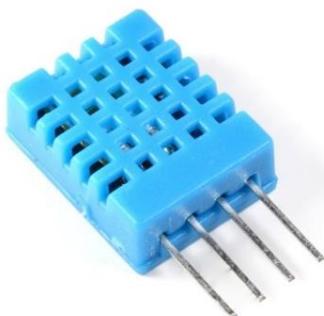
Figura 19 - Modelo de sensores de umidade relativa do ar



Fonte: TOTAL AUTOMAÇÃO (2012)

O dispositivo de entrada escolhido para esse estudo foi o sensor de umidade e temperatura DHT11 produzido pela Aosong, pois esse sensor apresenta excelente precisão na medição das condições ambientais e baixo custo. Na Figura 20 é possível observar o sensor de umidade e temperatura DHT11.

Figura 20 - Sensor de umidade e temperatura DHT11



Fonte: AOSONG (2014)

O DHT11 é um sensor realiza leituras de temperaturas entre 0° a 50° Celsius e umidade entre 20% a 90%, em outras palavras, o mesmo apresenta medição dos fatores ambientais dentro dos parâmetros recomendados pela Arquivística nos acervos digitais. Com base no conteúdo do sítio eletrônico da Aosong (2014, acesso em: 30/04/2015), o elemento do sensor de temperatura é um termistor³⁹ resistivo NTC⁴⁰ e o sensor de umidade relativa do ar é um modelo capacitivo HR-202⁴¹. O

³⁹ Semicondutor sensível à temperatura.

⁴⁰ Do inglês Negative Temperature Coefficient, que é um termistor cujo coeficiente de variação de resistência com a temperatura é negativo.

⁴¹ É o mais um novo tipo de sensor sensível à umidade do ar composto por macromoléculas orgânicas.

circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica com o microcontrolador através de um sinal serial de uma via. Na Figura 21 são detalhadas as especificações técnicas do sensor DHT11.

Figura 21 - Especificações do sensor de umidade e temperatura DHT11

Especificações:

- Modelo: DHT11
- Faixa de medição de umidade: 20 a 90% UR
- Faixa de medição de temperatura: 0° a 50°C
- Alimentação: 3-5VDC (5,5VDC máximo)
- Corrente: 200uA a 500mA, em stand by de 100uA a 150 uA
- Precisão de umidade de medição: $\pm 5,0\%$ UR
- Precisão de medição de temperatura: ± 2.0 °C
- Tempo de resposta: 2s
- Dimensões: 23 x 12 x 5mm (incluindo terminais)

Fonte: AOSONG (2014)

A partir da fundamentação teórica fornecida pela Arquivística e pela plataforma Arduino, esse estudo propôs a criação de um protótipo para medir as condições climáticas e o desenvolvimento de um software para monitorar e gerenciar a temperatura e umidade relativa do ar para auxiliar na preservação dos documentos arquivísticos digitais em caráter permanente.

3. DESENVOLVIMENTO

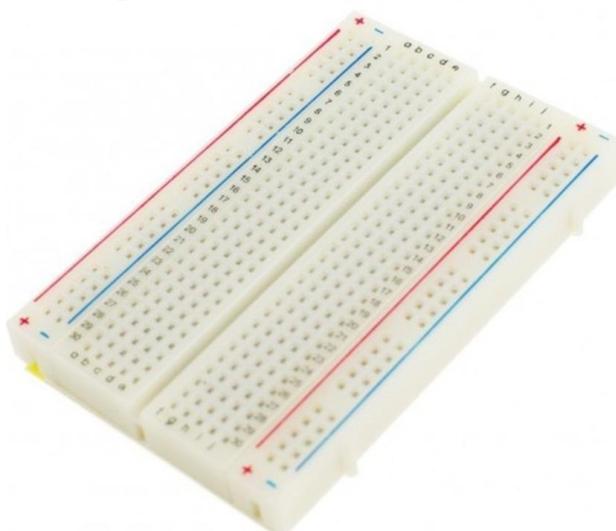
A primeira etapa para o desenvolvimento do software para gerenciar e monitorar a temperatura e umidade relativa do ar foi a criação de um dispositivo utilizando a plataforma Arduino que captasse essas grandezas e as transformasse em dados digitais.

Os componentes utilizados para a criação desse protótipo foram:

- 1 protoboard de 400 pontos
- 1 kit de jumpers macho-macho
- 1 placa de circuito Arduino Uno
- 1 sensor de temperatura e umidade DHT11

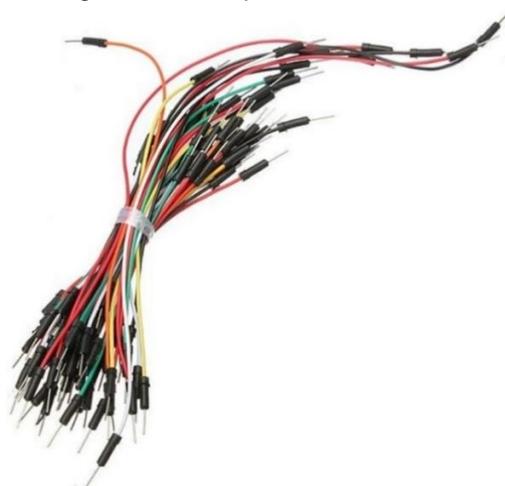
A protoboard é uma excelente ferramenta para a montagem de circuitos eletrônicos, sendo uma maneira rápida, fácil e prática para construir projetos. A placa possui as seguintes especificações: 400 pontos, sendo 100 pontos de distribuição e 300 pontos de conexão terminal; um adesivo em sua parte inferior que permite fixá-la em superfície isolante; e, coordenadas coloridas para facilitar a visualização quando inserir um componente. Na Figura 22 é possível visualizar uma protoboard de 400 pontos.

Figura 22 - Protoboard de 400 pontos



O kit de jumpers macho-macho é um conjunto de jumpers, também conhecidos por fios, para ser utilizados em protoboard. É utilizado para montagem de projetos eletrônicos com rapidez, agilidade e limpeza. Na Figura 23 é possível observar um modelo de jumpers macho-macho.

Figura 23 - Jumpers macho-macho

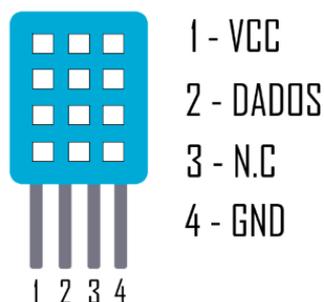


Fonte: INSTITUTO DIGITAL (2015)

A placa de circuito Arduino Uno e o sensor de temperatura e umidade DHT11 já foram especificados anteriormente nesse estudo.

O primeiro passo foi conectar DHT11 ao Arduino utilizando a protoboard. Cabe ressaltar que o sensor DHT11 possui 4 terminais sendo que somente 3 foram usados: VCC⁴², dados e GND⁴³. A Figura 24 demonstra a localização e as respectivas funções dos terminais do sensor DHT11.

Figura 24 - Pinagem do Sensor DHT11



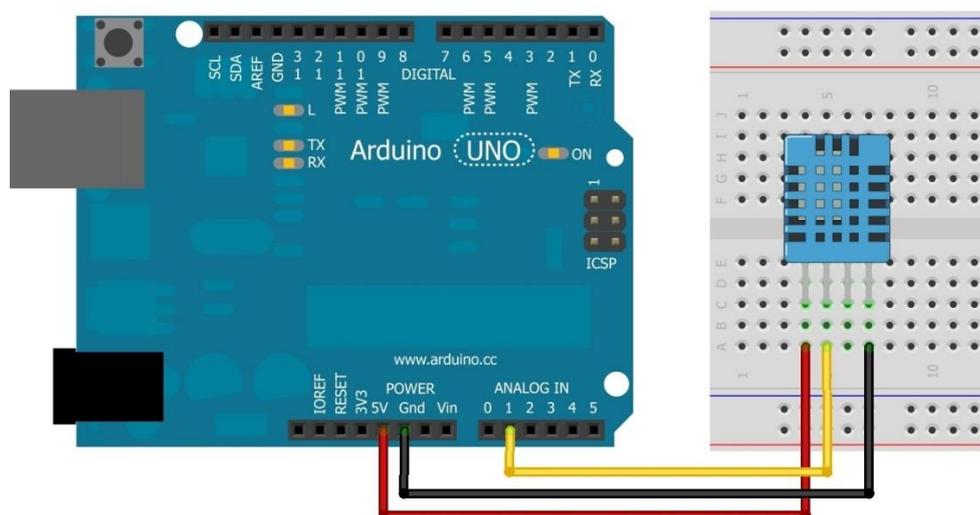
Fonte: AOSONG (2014)

⁴² É o nível lógico 1, ou seja 5 V. no jargão da eletrônica.

⁴³ É o terra, ou nível lógico 0, normalmente é a ausência de tensão ou simplesmente 0 V.

Com o sensor de temperatura e umidade conectado a protoboard, foram utilizados três jumpers macho-macho nas seguintes cores: vermelho, preto e amarelo. Foi conectado uma ponta do jumper vermelho na porta 5V da placa Arduino e a outra ponta na entrada correspondente ao pino VCC do sensor DHT11. Em seguida, utilizando um jumper preto, foi ligado uma ponta na porta GND do placa de circuito e a outra ponta na entrada do pino 4 do sensor. Finalmente, foi interligado um terminal do fio amarelo a porta 1 do Arduino Uno e, na protoboard, o outro terminal estava na entrada corresponde ao pino de dados do sensor. É importante ressaltar dois aspectos: primeiro não foram utilizadas soldas nesse protótipo, pois o uso da protoboard elimina essa necessidade, e segundo, foi utilizado os jumpers nas cores certas para as conexões certas, pois representa o padrão internacional recomendado nos dispositivos eletrônicos. A Figura 25 ilustra o esquema de conexões entre o sensor DHT11 e a placa de circuito Arduino Uno utilizando a protoboard e os jumpers macho-macho.

Figura 25 - Conexão do sensor DHT11 ao Arduino



Fonte: AOSONG (2014)

Após efetuada as conexões, foi necessário fazer o download⁴⁴ da biblioteca⁴⁵ do sensor de temperatura e umidade DHT11, que se encontra no sítio da Aosong.

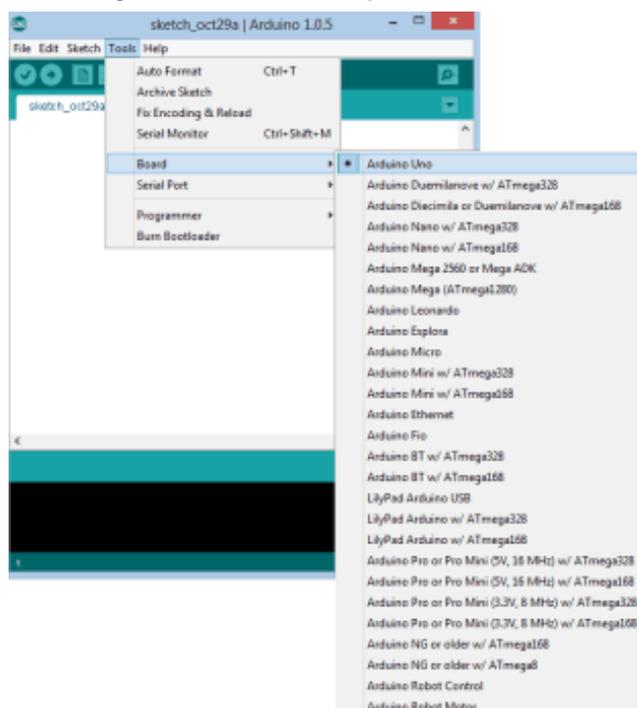
⁴⁴ Está relacionado com a obtenção de conteúdo da Internet.

⁴⁵ É uma coleção de subprogramas utilizados no desenvolvimento de software.

Após realizado o download, o arquivo foi instalado em arduinosketchfolder/libraries. O mesmo teve o nome da pasta renomeado para “DHT”.

Com a biblioteca do sensor DHT11 instalada, foi aberto a IDE do Arduino. A primeira vez que o programa for executado é necessário selecionar o modelo de placa utilizado. No caso desse estudo, foi escolhido a Arduino Uno conforme exibe a Figura 26.

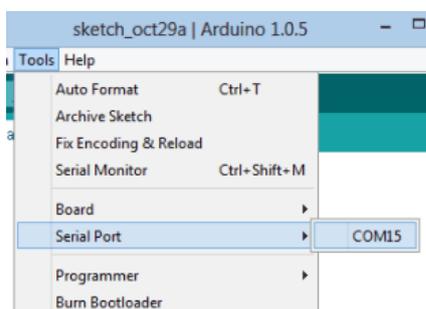
Figura 26 - Escolha da placa do Arduino



Fonte: SANTOS (2008, p.40)

Após a definição do modelo, foi realizado a atribuição de porta a ser utilizada, conforme é possível observar na Figura 26.

Figura 27 - Escolha da porta



Fonte: SANTOS (2008, p.41)

Ao término dessas configurações, o ambiente estava preparado para uso e foi possível iniciar a programação em um novo sketch. A programação desse estudo utilizou o código exibido na Figura 28.

Figura 28 - Código para funcionamento do sensor DHT11

```

1  #include "DHT.h"
2
3  #define DHTPIN A1 // pino que estamos conectado
4  #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
5
6  // Conecte pino 1 do sensor (esquerda) ao +5V
7  // Conecte pino 2 do sensor ao pino de dados definido em seu Arduino
8  // Conecte pino 4 do sensor ao GND
9  // Conecte o resistor de 10K entre pin 2 (dados)
10 // e ao pino 1 (VCC) do sensor
11 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
12
13 void setup()
14 {
15   Serial.begin(9600);
16   Serial.println("Aguardando os dados...");
17   dht.begin();
18 }
19
20 void loop()
21 {
22   // A leitura da temperatura e umidade pode levar 250ms!
23   // O atraso do sensor pode chegar a 2 segundos.
24   float h = dht.readHumidity();
25   float t = dht.readTemperature();
26   // testa se retorno é valido, caso contrário algo está errado.
27   if (isnan(t) || isnan(h))
28   {
29     Serial.println("Falha ao ler o sensor DHT");
30   }
31   else
32   {
33     Serial.print("Umidade: ");
34     Serial.print(h);
35     Serial.print(" %");
36     Serial.print("Temperatura: ");
37     Serial.print(t);
38     Serial.println(" *C");
39   }
40 }

```

Fonte: o Autor

A seguir, foi necessário verificar se o código estava correto. Para isso foi apertado o botão verify, que exibe uma mensagem de status da operação ao término da compilação⁴⁶ e, caso esteja tudo certo, é exibido a quantidade de bytes gerados pelo programa.

⁴⁶ Compilar é passar de linguagem estruturada para linguagem lógica interpretável pela máquina.

Análise do Código

Inicialmente o **include** carrega e disponibiliza a biblioteca do sensor DHT11 para o uso da aplicação. Após isso, é definido qual o pino e o sensor serão utilizados através do comando **define**.

A função **setup ()**, que é executada na inicialização do programa, é responsável pelas configurações iniciais do microcontrolador, tal como definição dos pinos de entrada e saída, inicialização da comunicação serial, entre outras. Dentro dessa mesma, a função **Serial.begin()** define a taxa de transmissão em série, a função **Serial.println()** exibe a mensagem "**Aguardando os dados...**" e, por fim, o sensor de umidade e temperatura é inicializado.

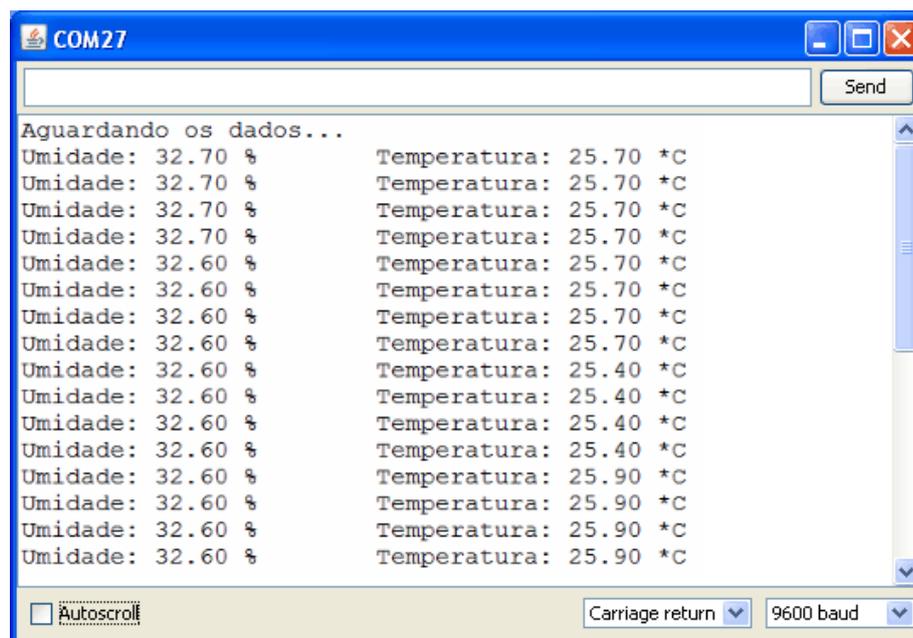
A função **loop ()** é onde ocorre o laço infinito da programação, ou seja, onde fica inserido o código que é continuamente executado pelo microcontrolador. Dentro do loop principal são definidas duas variáveis⁴⁷ do tipo float⁴⁸ para guardar os valores da umidade (h) e temperatura (t) captadas pelo sensor DHT11 do ambiente. Na etapa seguinte, o comando de decisão **if/else** verifica se as variáveis de umidade e temperatura apresentam valores. Se não apresentam valores, é exibida a mensagem "**Falha ao ler o sensor DHT**". Caso contrário, é exibida a mensagem "**Umidade:** ", o valor da variável umidade (h), a unidade de medida de umidade "**%**", a mensagem "**Temperatura:** ", o valor da variável temperatura (t) e a unidade de medida de temperatura "***C**".

A aplicação foi executada e foram obtidos valores exibidos na Figura 29. É possível observar que o protótipo captou a umidade e a temperatura e exibiu os valores e, assim, foi finalizada a etapa inicial do estudo.

⁴⁷ Variável é um objeto (uma posição, frequentemente localizada na memória) capaz de reter e representar um valor ou expressão.

⁴⁸ Número em ponto flutuante de precisão simples. São conhecidos normalmente como números reais.

Figura 29 - Dados obtidos pelo sensor



Fonte: o Autor

A segunda fase visou o desenvolvimento de um software que monitore os dados obtidos das condições ambientais e, para isso, foram utilizados as seguintes tecnologias: PHP⁴⁹, HTML⁵⁰, CSS⁵¹, Javascript⁵² e MySQL⁵³. Os principais motivos da escolha dessas aplicações foram a gratuidade, estabilidade, atualizações constantes, inúmeras classes e funções e grande quantidade de ambientes de desenvolvimento disponíveis. A partir dos requisitos expostos nesse breve estudo, o software foi desenvolvido e a seguir serão enumeradas suas funcionalidades com figuras capturadas da própria tela do sistema.

⁴⁹ Do inglês Hypertext Preprocessor, é uma linguagem interpretada livre, usada para o desenvolvimento de aplicações capazes de gerar conteúdo dinâmico na Web.

⁵⁰ Do inglês HyperText Markup Language, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto, é uma linguagem de marcação utilizada para produzir aplicativos para Web.

⁵¹ Do inglês Cascading Style Sheets, é uma linguagem de folhas de estilo utilizada para definir a apresentação de documentos escritos em uma linguagem de marcação, como HTML.

⁵² É uma linguagem de programação interpretada, que foi implementada como parte dos navegadores web para que os scripts pudessem ser executados e interagissem com o usuário sem a necessidade de passar pelo servidor.

⁵³ É um sistema de gerenciamento de banco de dados, que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês Structured Query Language) como interface.

3.1 AUTENTICAÇÃO NO SISTEMA

Inicialmente, para ser liberada a utilização do sistema, o usuário deve informar seu e-mail e a sua senha. Dessa forma, os dados são validados e assim é permitido ou vetado o acesso. Esse procedimento também é conhecido como “Login”. A Figura 30 demonstra os campos que devem ser preenchidos para efetuar o Login no sistema.

Figura 30 - Tela de autenticação no sistema



A imagem mostra a interface de autenticação do sistema. No topo, há o título "Projeto de TCC" e o subtítulo "Software para Monitoramento Ambiental.". Abaixo, há dois campos de entrada: "Email :" com o placeholder "Insira seu Email" e "Senha :" com o placeholder "Insira sua Senha". Abaixo dos campos, há um botão vermelho com o texto "Entrar" e um link "Cadastre-se" em azul.

Fonte: o Autor

Caso o usuário insira um dado incorreto, uma mensagem será exibida na tela. A Figura 31 mostra o alerta emitido, informando que o usuário digitou algum dado incorreto. Ao clicar no botão OK, o alerta é fechado e a tela de autenticação no sistema é exibida novamente. Na hipótese em que a pessoa não possua um usuário cadastrado, a mesma deve realizar o procedimento de cadastro clicando em Cadastre-se.

Figura 31 - Tela de erro durante a autenticação no sistema



Fonte: o Autor

3.2 CADASTRO NO SISTEMA

A fim do usuário acessar o sistema é necessário um registro prévio, que pode ser realizado na tela de cadastro. Para que isso seja efetuado com sucesso é preciso informar um e-mail e uma senha. A Figura 32 mostra os dados necessários para efetuar um cadastro no sistema. Após inserir o e-mail e a senha, o usuário deve clicar no botão Cadastrar.

Figura 32 - Tela de cadastro no sistema

Cadastro
Cadastre um usuário para acessar o sistema.

Email :

Senha :

[Voltar](#)

Fonte: o Autor

Caso o e-mail informado já exista ou a senha seja inválida, o sistema exibe um alerta de erro. É possível observar na Figura 33 o alerta emitido informando ao usuário que há um problema e que o cadastro não foi efetuado com sucesso. Ao clicar no botão OK o usuário retornará a tela de cadastro. Se o usuário desejar retornar a tela de autenticação no sistema, basta clicar em Voltar.

Figura 33 - Tela de erro no cadastro no sistema

Cadastro
Cadastre um usuário para acessar o sistema.

Email :

Senha :

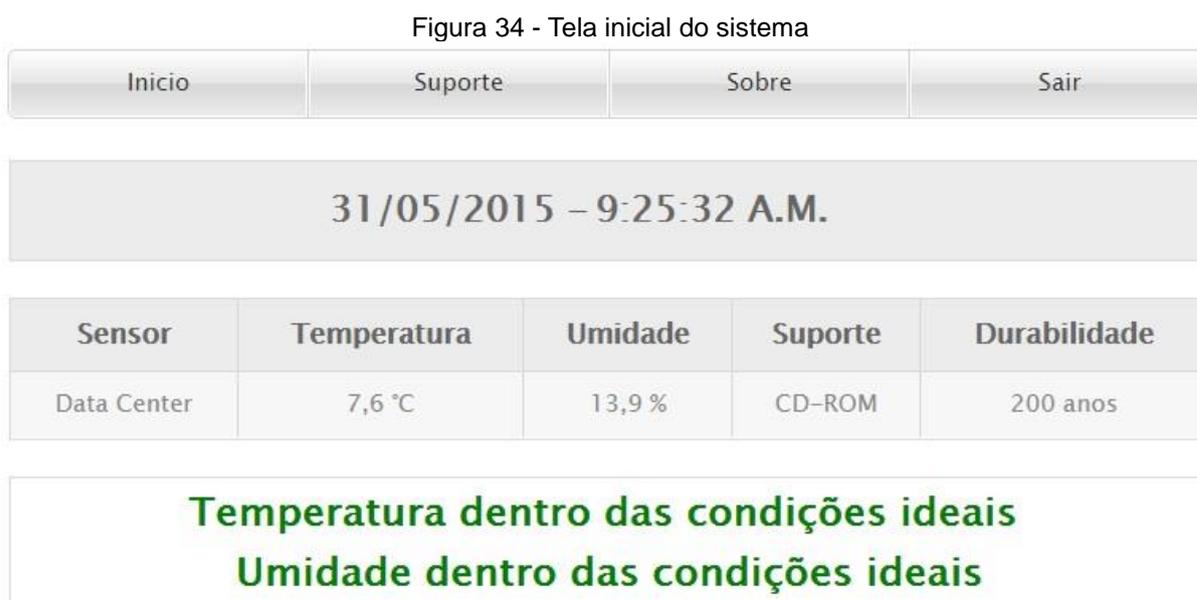
[Voltar](#)

Dialog Box:
X
Não foi possível cadastrar esse usuário

Fonte: o Autor

3.3 TELA INICIAL

Após efetuada a validação dos dados de login, o usuário é direcionado à tela inicial do sistema. Essa tela é dividida em quatro segmentos: menu de navegação, calendário, dados ambientais e informações que relacionam os dados ambientais com o suporte. Conforme Figura 34, é possível observar a tela inicial do sistema as suas funcionalidades e informações.



Fonte: o Autor

No topo encontra-se o menu de navegação, que permite ao usuário acessar outras telas do sistema. Nesse menu encontram-se quatro botões: Inicio, Suporte, Sobre e Sair. O primeiro botão, Inicio, acessa a tela inicial do sistema.

O segundo botão, Suporte, lista os suportes que o sistema suporta e, quando clicando em um determinado item, o usuário acessa o suporte escolhido e suas respectivas informações. A Figura 35 exhibe os suportes existentes no sistema: CD-ROM, CD-R e Mídia Magnética. Ao escolher um item, o usuário tem acesso a tela do mesmo e os seus dados.

Figura 35 - Tela da lista dos suportes existentes no sistema

Início	Suporte	Sobre	Sair	
	CD-ROM			
	CD-R	11:59:11 P.M.		
	Mídia Magnética			
Sensor	Temperatura	Umidade	Suporte	Durabilidade
Data Center	6,6 °C	11,9 %	Mídia Magnética	200 anos

Temperatura dentro das condições ideais
Umidade dentro das condições ideais

Fonte: o Autor

O terceiro botão, Sobre, exibe informações acerca do sistema. É possível observar na Figura 36 diversas informações sobre o sistema, tais como a área abrangida do software e o autor.

Figura 36 - Tela sobre o sistema

Início	Suporte	Sobre	Sair
--------	---------	-------	------

Informação: Software para Monitoramento Ambiental desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Fatec-Americana, sob orientação do Prof. Doutor Humberto Celeste Innarelli.

Área: Tecnologia da Informação

Desenvolvimento: João Emmanuel D'Alkmin Neves

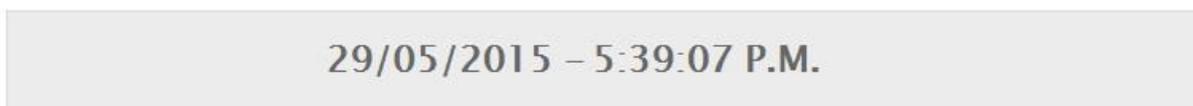
Todos os direitos reservados.

Fonte: o Autor

Por fim, o último botão do menu de navegação, Sair, encerra o uso do programa e retorna à tela de autenticação no sistema.

O segundo segmento exibido na tela inicial do sistema é o calendário. Nesse local é exposto o dia, mês, ano e horário local. Como a Figura 37 demonstra, esses dados são atualizados constantemente.

Figura 37 - Calendário



Fonte: o Autor

O terceiro segmento informa as condições ambientais obtidas pelo protótipo desenvolvido na plataforma Arduino. É composto por cinco dados: Sensor, Temperatura, Umidade, Suporte e Durabilidade. A Figura 38 exibe os tópicos do sistema de monitoramento.

Figura 38 - Condições ambientais

Sensor	Temperatura	Umidade	Suporte	Durabilidade
Data Center	7,6 °C	13,9 %	CD-ROM	200 anos

Fonte: o Autor

O primeiro item, Sensor, indica a localização do aparelho que mede as condições ambientais. As respectivas informações são Temperatura e Umidade, as quais, são recebidas do aparelho desenvolvido na plataforma Arduino. Esses dados são exibidos em tempo real e atualizados constantemente. A quarta informação, Suporte, indica a natureza do suporte em que os documentos arquivísticos digitais foram gravados. E, por último, Durabilidade, indica a provável vida útil dos meios levando em consideração as condições ambientais. Cabe ressaltar que a relação entre temperatura, umidade, suporte e durabilidade segue rigorosamente as informações do Centro Nacional da Gestão da Informação, como podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Mídia x Temperatura x Umidade Relativa x Durabilidade

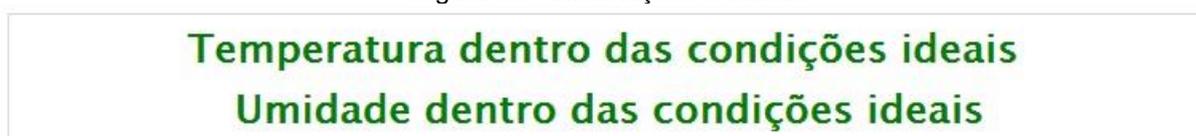
Nome da Mídia	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Durabilidade (anos)
CD-ROM	10	25	200
CD-R	10	25	100
Magneto-Óptico	10	25	200

Fonte: o Autor

O quarto e último elemento do aplicativo refere-se a informações e alertas que relacionam os fatores ambientais com as condições ideais. O software proposto monitora a temperatura e a umidade e está configurado para que essas condições ambientais possuam valores considerados ideais, ou seja, que permitam a maior durabilidade de cada suporte, segundo os cálculos do CENADEM. Cabe informar que, o aplicativo desenvolvido nesse estudo calculou o relacionamento das condições ideais de temperatura e umidade já considerando a variação da precisão de medidas do sensor DHT11, que para temperatura é $\pm 2^{\circ}\text{C}$ e para umidade relativa é $\pm 5\%$. A partir disso, foram exibidos alertas na tela do aplicativo que mostram se a temperatura e a umidade relativa estão ou não dentro dos parâmetros aceitáveis.

Conforme demonstrado na Figura 39, caso as condições ambientais estejam dentro dos parâmetros aceitáveis e, assim, possibilitando a maior vida útil para os documentos arquivísticos digitais, o sistema exibe mensagens na cor verde informando que os valores recebidos são ideais.

Figura 39 - Informações e alertas

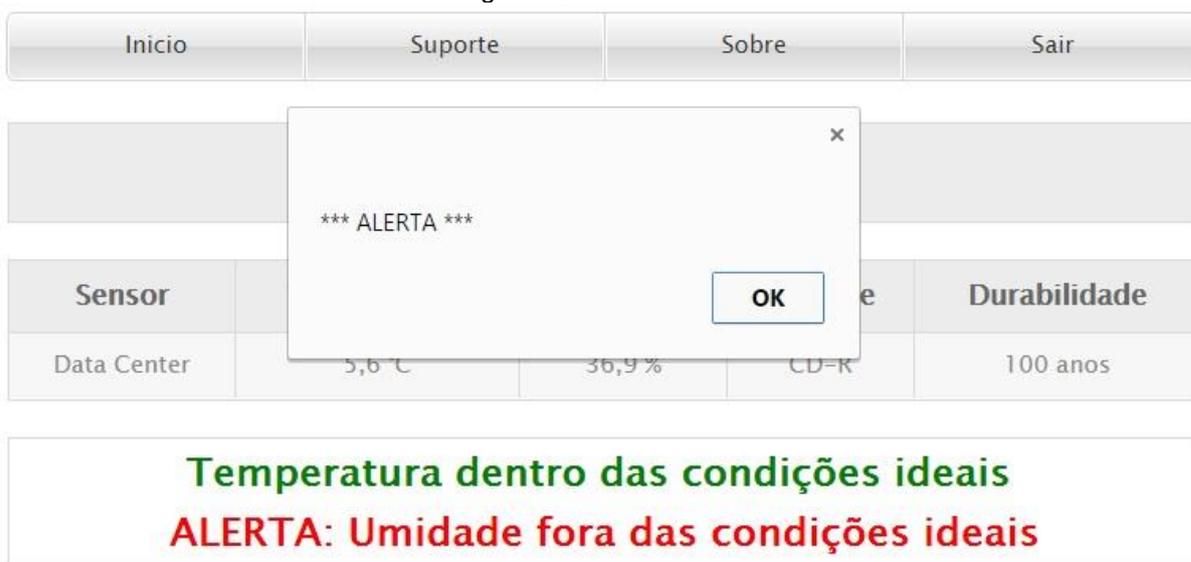


Fonte: o Autor

Todavia, caso a temperatura e/ou a umidade apresentem uma medição fora do ideal, o sistema emitirá alertas ao usuário. A Figura 40 e a Figura 41 demonstram as formas de alerta quando as condições ambientais estão fora dos parâmetros considerados ideais. O primeiro aviso é um alerta na tela inicial do sistema, o segundo

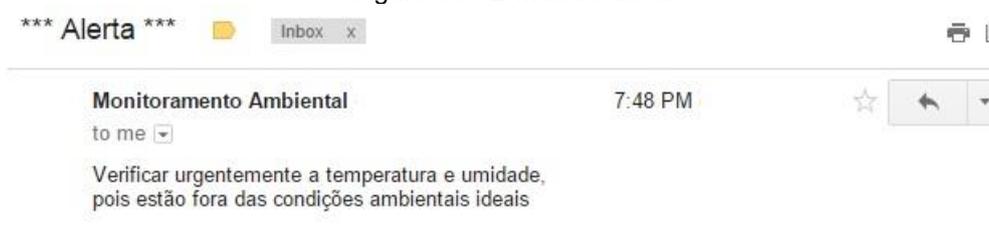
é a indicação se a temperatura, umidade ou ambas estão fora dos padrões e, por último, é enviado um e-mail para o usuário que está acessando o sistema. Ao clicar em OK, o usuário retornará a tela inicial do sistema, porém as informações em vermelho são exibidas até que as condições ideais sejam reestabelecidas. Essa preocupação, em avisar o usuário que as condições ambientais não são satisfatórias, é extremamente importante para evitar que haja perdas irreparáveis nos documentos arquivísticos digitais.

Figura 40 - Tela de alerta



Fonte: o Autor

Figura 41 - E-mail de alerta



Fonte: o Autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Era da Informação vem gerando uma enorme quantidade de dados e informações, principalmente, em formato digital. Entretanto, atrelado a esse crescente volume produzido, há uma preocupação com relação a preservação dos documentos digitais criados. Isso ocorre em virtude da obsolescência e/ou degradação dos programas e equipamentos eletrônicos e, também, da precariedade dos meios de armazenamento.

Diante desse cenário desafiador, faz-se urgente e necessário uma gestão que assegure a durabilidade dos documentos digitais, garantindo assim o seu acesso de maneira interpretável e autêntica, independentemente do tempo e da plataforma tecnológica utilizada em sua criação.

Por meio desse estudo concebido, foi possível conhecer os princípios da Arquivística, os recursos da plataforma Arduino e a relação entre preservação digital e os fatores climáticos: temperatura e umidade relativa do ar. O monitoramento das condições ambientais demonstrou ser de vital importância, pois representa uma das principais causas de degradação dos meios de armazenamento e, assim consequentemente, influencia diretamente na longevidade dos documentos digitais.

O uso da tecnologia na Arquivística comprovou a sua imprescindibilidade auxiliando na salvaguarda do patrimônio digital da humanidade, e assim, garantindo que as gerações futuras obtenham acesso a informação gerada e armazenada durante os séculos. Cabe ressaltar, a importância do uso da plataforma Arduino nesse processo, que apresentou um grande potencial para contribuir na preservação dos documentos digitais.

A partir dessas premissas, o presente estudo promoveu a criação de um protótipo aplicando a plataforma Arduino para mensurar a temperatura e a umidade relativa do ar e o desenvolvimento de um software que gerencia, monitora e alerta ao usuário as condições ambientais.

Ademais, o trabalho elaborado poderá ser empregado como fonte de pesquisa para projetos que tratem de temáticas relacionadas à preservação digital, abordando questões que possam vir a ser retomadas e vislumbrando diferentes aplicações tecnológicas com intuito de evitar perdas nos acervos digitais.

4.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

O presente estudo pretendeu abordar o uso da tecnologia a fim de melhorar a preservação dos arquivos digitais utilizando os preceitos da Arquivística. Não obstante, é possível ampliar e aperfeiçoar as soluções aqui propostas.

O protótipo criado através da plataforma Arduino pode ser aprimorado utilizando novas tecnologias que permitam aperfeiçoar a precisão dos dados obtidos, diminuir o tamanho e peso, usar acesso sem fio e reduzir os custos dos dispositivos eletrônicos, visando acurar o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar.

Com referência ao software desenvolvido, há a possibilidade da implantação de novas e múltiplas funcionalidades, como a geração de relatórios e gráficos, a gestão de usuários, a leitura de vários sensores simultaneamente e a elaboração de diferentes meios de alertas, objetivando aprimorar o gerenciamento das condições ambientais nos acervos digitais e, assim, conseqüentemente, auxiliar de maneira mais eficaz a preservação dos documentos ali presentes.

Há perspectiva para a integração do presente estudo com os princípios da computação ubíqua e internet das coisas, agregando inúmeras possibilidades como a automação dos dispositivos de controle ambiental. Além disso, permite um vislumbre à utilização da plataforma Arduino em outros propositivos da Arquivística, como por exemplo, as políticas de controle de acesso e a gestão da Tabela de Temporalidade Documental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. de. **Introdução e metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1999. p.23.

_____. **Introdução e metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2001. p.124.

AOSONG. **DHT11 Sensor**. 2014. Disponível em: <<http://www.aosong.com/en/products/details.asp?id=109>>. Acesso em: 30 abril 2015. 18h51.

ARDUINO. **Arduino UNO**. 2013. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 27 abril 2015. 20h44.

ARQUIVO NACIONAL. **Dicionário brasileiro de terminologia Arquivística**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2005. Disponível em: <<http://www.arquivonacional.gov.br/media/dicion%20term%20arquiv.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2015. 17h27.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Citação**: NBR-10520/ago - 2002. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

_____. **Referências**: NBR-6023/ago. 2002. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BELLOTTO, H. L. **Arquivística**: objetos, princípios e rumos. São Paulo: Associação de Arquivistas de São Paulo, 2002.

BOGART, J. W. C. van. **Armazenamento e manuseio de fitas magnéticas**. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. 2ª ed; Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001.

BYERS, F. R. **Care and handling of CDs and DVDs**: a guide for Librarians and Archivists. Washington: CLIR and NIST, 2003.

CAMPOS, A. de. **Viva vaia**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2000. p.94.

CENTRO NACIONAL DA GESTÃO DA INFORMAÇÃO. **Jornal Mundo da Imagem**. Brasília: Governo Federal, n.26, p.12, mar./abril, 1998.

CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS. **Carta para a preservação do patrimônio arquivístico digital**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2005. Disponível em: <<http://www.conarq.arquivonacional.gov.br/media/carta.pdf>>. Acesso em: 3 mar 2015. 17h27.

_____. **Modelo de requisitos para sistemas informatizados de gestão arquivística de documentos (e-ARQ Brasil)**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2011. Disponível em:

<<http://www.documentoseletronicos.arquivonacional.gov.br/media/e-arq-brasil-2011-corrigido.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2015. 18h13.

CONWAY, Paul. **Preservação no universo digital**. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. 2ª ed; Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001.

COUTURE, C.; ROUSSEAU, J. **Os fundamentos da disciplina Arquivística**. Lisboa: Dom Quixote, 1998.

CREATIVE COMMONS. **Licenses**. 2001. Disponível em: <<https://creativecommons.org/licenses>>. Acesso em: 28 abril 2015. 22h11.

FARIA FILHO, L. M. de. **Arquivos, fontes e novas tecnologias: questões para a História da Educação**. Campinas: Autores Associados, 2000.

FEIJÓ, V. de M. **Documentação e arquivos: arquivos escolares**. Porto Alegre: Sagra, 1998.

FONSECA, I. M. **Sensores, transdutores e detectores**. 2012. Disponível em <www2.dem.inpe.br/ijar>. Acesso em 17 abril 2015. 20h52.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. p.32.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002. p.41-47.

GONÇALVES, J. **Como classificar e ordenar documentos de arquivo**. São Paulo: Arquivo do Estado de São Paulo, 1998.

GUTIERREZ, R. M. V.; ALEXANDRE, P. V. M. **Complexo eletrônico: introdução ao software**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2004.

HERRADOR, R. E. **Guía de Usuario de Arduíno**. 2009. Disponível em: <<http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05>>. Acesso em 2 mar. 2015. 23h02.

HOWELL, A. **Perfect one day – digital the next: challenges in preserving digital information**. AARL, p.121-141, dez. 2000.

INNARELLI, H. C. **Preservação de documentos digitais: Confiabilidade de Mídias CD-ROM e CD-R**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

_____. Preservação digital e seus dez mandamentos. In:___ **Arquivística: temas contemporâneos**. 3ª ed. Distrito Federal: Senac, 2009.

_____. **Preservação digital: como a gestão dos documentos digitais e os princípios da preservação digital influenciam na preservação da cultura**. 2011. Disponível em: <http://www.latindex.org/ciri2010/parte_03/03_09/03_09_00.html>. Acesso em: 5 mar. 2015. 19h26.

INSTITUTO DIGITAL. **Arduino**. 2015. Disponível em: <<http://www.institutodigital.com.br>>. Acesso em: 30 abril 2015. 21h39.

KENNEY, A. R.; RIEGER, O. Y. **Moving theory into practice**: digital imaging for libraries and archives. Mountain View, CA: Research Libraries Group, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1990. p.19.

_____. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003. p.86.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Sistemas de Informações gerenciais**. 7ª ed; São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LEMOS, M. **Arduino**: conheça esta plataforma de hardware livre e suas aplicações. 2014. Disponível em: <<http://imasters.com.br/desenvolvimento/arduino-conheca-esta-plataforma-de-hardware-livre-e-suas-aplicacoes>>. Acesso em: 22 abril 2015. 18h29.

LIMA, C. B.; VILLAÇA, M. V. M. **AVR e Arduino**: técnicas de projeto. 2ª ed; Florianópolis: Editora dos Autores, 2012.

LOZANO, D. M. **Placas Arduino**. Disponível em: <<http://www.davidmiguel.com/arduino/placas-arduino>>. Acesso em: 2 maio 2015. 20h28.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. p.11-13.

MARQUES, A. **Arquivos nas Ciências da Informação**: Origem histórica dos arquivos. 2007. Disponível em: <<http://ameliamarques.web.simplesnet.pt>>. Acesso em: 13 mar. 2015. 20h50.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 2ª ed; São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2015.

MEIJER, G. C. M. **Thermal sensors**. 1ª ed; Taylor & Francis; 1994.

NEVES, J.E.D.A.; INNARELLI, H. C. **Preservação digital**: a gestão arquivística de documentos digitais em sua fase permanente. Iniciação Científica. 2012.

_____. **Preservação digital**. Revista Tecnológica da Fatec Americana, v. 1, p.65-77, 2013. Disponível em: <<http://www.fatec.edu.br/revista/wp-content/uploads/2013/06/Preservação-digital.pdf>>. Acesso em: 18 abril 2015. 20h06.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de Informações**. 2ª ed; São Paulo: Saraiva, 2004.

OGDEN, S. **Meio Ambiente**. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. 2ª ed; Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **The Open Source definition**. 1998. Disponível em: <<http://opensource.org>>. Acesso em: 28 abril 2015. 20h22.

PAES, M. L. **Arquivo: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

PAREDE, I. M.; GOMES, L. E. L. **Eletrônica: automação industrial**. Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v. 6. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

PRADO, H. de A. **A técnica de arquivar**. 5ª Ed; São Paulo: T. A. Queiroz, 1985.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill Interamericana do Brasil, 2002.

QUIERELLI, D. A.; MAZZI, A. A. da R.; QUIERELLI, V. A. **O que é Arduino**. Apostila de Arduino, Leme, p. 10-15. 2014.

ROTHENBERG, J. **Ensuring the longevity of digital information**. 1999. Disponível em: <<http://www.clir.org/programs/otheractiv/ensuring.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2015. 18h38.

SANTOS, M. dos. **Contribuição à compreensão da “Era da Informação” no contexto das organizações: um ensaio teórico plural**. 2006. Disponível em: <<http://www.cyta.com.ar/ta0504/v5n4a1.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2015. 19h08.

SANTOS, N. P. **Introdução ao Arduino**. Revista Programar, Coimbra, n.17, p. 39-44, dez. 2008.

SHELLENBERG, T. R. **Arquivos modernos: princípios e técnicas**. Rio de Janeiro: FGV, 1973.

SEIPPEL, R. G. **Transducers, sensors & detectors**. Reston Publishing Company, 1983

SENSIRION, A. G. **Datasheet**. 2005. Disponível em: <<http://www.sensiron.com>>. Acesso em: 22 abril 2015. 20h58.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo: Addison-Wesley, 2007.

TECMUNDO. **Do bit ao yottabyte: conheça os tamanhos dos arquivos digitais**. 2014. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/infografico>>. Acesso em: 1 mar. 2015. 20h44.

THE INTERPARES PROJECT. **Preservation**. Disponível em: <<http://www.interpares.org>>. Acesso em: 20 abril 2015. 21h08.

TOTAL AUTOMAÇÃO. **Tipos de sensores**. 2012. Disponível em: <<http://www.totalautomacao.com.br>>. Acesso em: 21 abril 2015. 22h44.

VEGA, A. S. **Introdução ao desenvolvimento Arduino**. 2013. Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino>>. Acesso em: 23 abril 2015. 22h48.