

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO - UNIFENAS

Cleiton de Sousa

Douglas Tiburcio Rodrigues

Raphael Pereira Duarte

TIRÉSIAS: Sistema de musicografia Braille

Alfenas - MG

2018

Cleiton de Sousa
Douglas Tiburcio Rodrigues
Raphael Pereira Duarte

TIRÉSIAS: Sistema de musicografia Braille

Monografia apresentada para a banca de Examinadores do
Curso de Ciência da Computação como exigência parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Professor orientador: MSc Francisco Donizeti Vieira Luz

Professor co-orientador: MSc Celso de Ávila Ramos.

Alfenas – Mg

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos orientadores por disporem de seu tempo e experiência para possibilitar a realização do projeto Tirésias, mas gostaria de agradecer especialmente aos colegas desenvolvedores que devido aos grandes esforços, perseverança e incentivo, contribuíram para extrair o melhor de um sistema para possibilitar o bem-estar e a inclusão do próximo e mostrar que um bom trabalho em equipe é a linha tênue entre infinitas possibilidades e colapso do projeto.

Muito obrigado bons amigos.

RESUMO

Um ponto crucial da evolução é saber como ela afetara a sociedade para que assim todos possam evoluir e se beneficiar de maneira igualitária, sob as palavras dos desenvolvedores da UX Collective Brasil, “Learn from the community, give back to the Community”, a empresa passa a ideia de que para a evolução, a sociedade é o papel central, isto é, a sociedade se desenvolve com ela mesma, porém a mesma evoluirá somente se a sociedade crescer como um todo. É sob esse cenário que o projeto Tirésias, tendo como base o estudo da musicografia Braille desenvolvida por Louis Braille, procura tratar de problemas como a ausência de acessibilidade voltadas para deficientes visuais para que assim haja uma evolução uniforme, usando da tecnologia que auxiliará o usuário a compor partituras e obras musicais.

Palavras-Chaves: Arduino; Braille; Microcontrolador; Música; Inclusão Social.

ABSTRACT

A crucial point of evolution is how it affected society so that everyone can evolve and benefit equitably, in the words of the UX Collective Brasil developers, "Learn from the community, give back to the community," the company passes on the idea that for evolution, society is the central role, that is, society develops with itself, but will only evolve if society grows as a whole. It is in this scenario that the Tirésias project, based on the study of Braille musicography developed by Louis Braille, seeks to deal with problems such as the lack of accessibility for the visually impaired so that there is a uniform evolution, using technology that will help the user to compose scores and musical works.

Keywords: Arduino; Braille; Microcontroller; Music; Social inclusion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Numeração dos pontos em uma célula Braille	13
Figura 02 – Exemplos de sinais simples	13
Figura 03 – Alfabeto da língua portuguesa em Braille	14
Figura 04 – Símbolos musicais em Braille.....	15
Figura 05 – Arduino MEGA.....	17
Figura 06 – Tabela ASCII	18
Figura 07 – Elaboração do mouse composto por uma matriz de micro.....	20
Figura 08 – Partitura musical	22
Figura 09 – Tela inicial de carregamento do sistema Tirésias.....	22
Figura 10 – Tela de composição musical.....	23
Figura 11 – Tela de execução Musical	24
Figura 12– Representação da dimensão de um Solenoide de 6V	26
Figura 13– Modificações feitas na lingueta do Solenoide de 12V	27
Figura 14 – Adaptações feitas no Solenoide de 12V.....	27
Figura 15 – Microcontrolador ATMEGA 2560.....	28
Figura 16 – Esquemático do sistema Arduino.....	29
Figura 17 – Imagem dicionário de dados no software	30
Figura 18 – Imagem dicionário de dados no sistema embarcado	31
Figura 19 – Imagem da célula Braille autônoma.....	32
Figura 20 – Elementos musicais digitados no sistema Tirésias	33
Figura 21 – Elementos da musicografia Braille transcritos no sistema Tirésias.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>

SUMÁRIO

1 Introdução	8
1.1 Objetivos	9
1.1.1 Objetivo Geral	9
1.1.2 Objetivos Específicos	9
1.2 Justificativa	9
1.3 Hipótese	10
2 Referencial Teórico	11
2.1 Introdução ao Braille	11
2.1.1 Sistema Braille	12
2.1.2 Finalidade e princípios básicos da musicografia Braille	14
2.2 Introdução aos sistemas embarcados e Microcontroladores	15
2.2.1 Plataforma Arduino	16
2.2.2 Arduino Mega	16
2.2.3 Código ASCII	17
2.3 Gerenciamento e Organização do projeto	18
2.3.1 Estrutura e ferramentas do sistema	19
2.3.2 Projetos relacionados	20
3 Material e Métodos	21
3.1 Ferramentas de software e hardware	21
3.1.1 Primeira Sprint	21
3.1.2 Descrição da Primeira Sprint	21
3.1.3 Segunda Sprint	24
3.1.4 Descrição da Segunda Sprint	25
3.1.5 Solenoide 6V.....	26
4 Resultado e discussão	30
4.1 Terceira Sprint	30
4.1.1 Descrição da Terceira Sprint	30
4.1.2 Dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto	34
5 Conclusão	35
6 Referências	36

1 Introdução

“Inclusão é o privilégio de conviver com as diferenças” e “A tecnologia apoia cada vez mais serviços de diversas áreas e está se tornando parte essencial da vida das pessoas na sociedade”, sob a perspectiva de autores que passaram sua vida para conhecer e desenvolver métodos ligados à inclusão como Mantoan, De Santana, Almeida e Hornung e o profundo desejo de conhecimento pela música, que pode tocar as pessoas de várias formas, tanto expressivamente quanto sentimentalmente, a equipe de alunos e de coordenadores procura uma maneira de lecionar música a pessoas com limitação em um de seus sentidos, a visão.

O projeto Tirésias é dividido em duas partes principais. Com um software em um primeiro momento, o usuário poderá escrever a partitura da música, em que, a partir de teclas-chave da estação, em notebooks ou em desktop, em que o usuário se encontra, poderá montar toda a partitura da música, incluindo notas, tempos, clavas, podendo assim dispor de um estudo musical completo. Na segunda parte do projeto, será realizada por um sistema embarcado que, a partir de dados inseridos no sistema Tirésias, transformará todo o conteúdo Braille que o aluno está consultando para uma única e simples célula Braille automatizada, o que facilita a aprendizagem do usuário com necessidade especial.

Voltado para o ensino de Musicografia Braille, o sistema desenvolvido, tendo Louis Braille no século 19, como principal ator, ajudará uma grande parcela da sociedade que se encontra incapaz de estudar não só música que é tema desse trabalho, mas qualquer estudo, devido à precariedade de acesso ao ensino, por possuírem algum tipo de deficiência, acabando por deixar o estudo, pelas dificuldades encontradas ou pela forma como a pessoa se sente. Essa parcela da população que chega à mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência, especificamente visual, representa mais de 3,2% da população que possui cerca de 204 milhões de pessoas, de acordo com estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, em 1º de julho de 2015, e pelo site “Facilitando a Acessibilidade e Empresa Brasil de Comunicação S/A”. Usando a tecnologia como ferramenta para que essa parcela se sinta mais incluída na sociedade e evolua, como nas palavras de Santa Rosa (2002, p. 3), “A construção de uma sociedade que se configure em estado permanente de aprendizagem condiciona uma nova abordagem para o conceito de inteligência.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho visa à inclusão de pessoas com deficiência visual com desejo de iniciar em uma carreira musical, facilitando na aprendizagem e a acessibilidade por meio da tecnologia.

1.1.2 Objetivo específico

Desenvolver um sistema tecnológico que auxilie o desenvolvimento de toda a parte musical até a parte textual. Também a leitura das células musicais por um sistema físico, para pessoas com deficiência visual.

1.2 Justificativa

Em 2016, O Brasil ocupou a 9ª posição no ranking mundial de crescimento em investimentos na Tecnologia da Informação. O mercado de tecnologia da Informação, incluindo hardware, software, serviços e exportações de TI, movimentou 39,6 bilhões de dólares em 2016, representando 2,1% do PIB brasileiro e 1,9% do total de investimentos de TI no mundo, apesar da redução de 3,6% do mercado de 2016 sobre 2015. Em 2016, a utilização de programas de computador desenvolvidos no país (incluindo o software sob encomenda) representou 31% do investimento total, mantendo a tendência de crescimento da participação do software desenvolvido no país em relação ao mercado total, que vem sendo apontada desde 2004, em pesquisa apresentada pela ABES, Associação Brasileira das Empresas de Software.

Sob esse cenário, o projeto apresenta dois pontos principais, primeiramente nos métodos de desenvolvimento de projetos, procurando sempre a inclusão como ponto primordial. Em segundo lugar e claramente o ponto mais importante, que é a importância da inclusão e da acessibilidade nos softwares produzidos, que venham a desenvolver no espaço escolar mudanças significativas para possibilitar aos

Alunos com necessidade de ensino especial uma educação igualitária, priorizando a efetivação da educação inclusiva nas escolas regulares, e não apenas nos centros especializados, pois como já citado, a evolução é necessária para a sociedade, e para sociedade como um todo.

1.3 Hipótese

De acordo com Mittler (2003), para que se tenha inclusão não basta transferir os alunos das escolas especiais para a rede regular. É necessário propor uma radical reforma da escola, mudar o sistema de ensino. Espera-se que, com esse sistema, pessoas com deficiência visual possam desenvolver todo um estudo musical, produzindo até mesmo músicas inéditas, desde sua produção textual até seu estudo por meio de partituras, em paralelo um hardware que faça a tradução e agilize o processo de aprendizagem do aluno. Incentiva-se, assim, um ponto extremamente importante, que é mostrar que projetos bem gerenciados e arquitetados, pensando em todos os usuários que um dia poderão usá-lo, possa trazer economia no âmbito de crescimento do sistema.

2 Referencial Teórico

Neste tópico será apresentada uma breve introdução sobre o principal ponto histórico de cada tema no projeto referenciado, mostrando suas características para assim fundamentar e executar a tarefa proposta.

2.1 Introdução ao braile

No ano de 1809, nasce um menino na pequena cidade de *Coupvray* na França. Apesar da tragédia que aconteceria por volta de seus 3 anos de idade, quando na oficina de seu pai, feriu seu olho esquerdo ao tentar perfurar um pedaço de couro com um objeto pontiagudo, esse foi o início da história do fundador da metodologia usada nos dias atuais para o ensino de jovens com deficiência visual. Visto que o menino tinha certa facilidade em aprender o que ouvia e na tentativa de uma inclusão maior com a sociedade, seus pais e o pároco da cidade, Jacques Pallury, conseguem uma bolsa e o matriculam no *Institut Royal des Jeunes Aveugles de Paris* (Instituto Real de Jovens Cegos de Paris), fundado por Valentin Haüy em 1784.

Com novos métodos de ensino, mas ainda assim um sistema precário que consistia em fazer os alunos repetirem as explicações e os textos ouvidos, levou desde cedo o menino Louis Braille a se preocupar com a possibilidade de um novo sistema de aprendizagem.

Na mesma época, sob as ordens do Imperador Frances Napoleão Bonaparte, um sistema de comunicação em relevo, denominada sonografia, foi criada por um militar chamado Charles Barbier de La Serre (Portal Lerparaver, 2005), consistindo em conjuntos de 12 pontos em relevo codificavam 36 sons diferentes, para possibilitar a comunicação noturna entre oficiais nas campanhas de guerra.

Apesar de o sistema ter uma enorme rejeição pelos militares, por não terem afinidade com a escrita em relevo, no ano de 1821, Barbier apresentou esse sistema no Instituto de Haüy. Então, o menino Louis Braille, fascinado pelo sistema, decidiu estudá-lo. Após alguns anos de estudo, Braille se encontrou em um impasse, visto que o sistema representava apenas sons, o código era incapaz de transcrever a ortografia das palavras seu dedo não poderia se mover rapidamente de um símbolo para outro. Foi então que Braille conheceu

a jovem Teresa Von Paradise, que lhe apresentou a música. Por meio dos esforços de Teresa, que também possuía o mesmo tipo de deficiência, foi idealizado um aparelho que permitia a leitura e a composição de partituras. Interessado por essa novidade, Braille se tornou músico, e foi aceito para tocar em concertos na Igreja Santa Ana de Paris. Em um desses concertos, Braille acabou conhecendo Alphonse Thibaud, conselheiro do Estado francês que, durante uma conversa informal, sugeriu ao jovem músico a possibilidade da criação de um método que permitisse os cegos lerem e escreverem. Foi então que, após três anos de pesquisa e experimentos, Louis Braille estabeleceu um novo sistema de escrita e de leitura para cegos que levaria seu nome, e que em 1837 teria sua estrutura básica conhecida e ainda utilizada mundialmente nos dias de hoje.

Desde então, o sistema desenvolvido por Louis Braille tem sido utilizado não só para a leitura e escrita literária, mas também adaptado a outros diversos sistemas de notação específicos, especialmente para a grafia musical, que é um dos pontos da monografia em questão. A Musicografia Braille originou-se por mérito do próprio Louis Braille; em 1829, em sua obra *“Procédé pour écrire les paroles, la musique et la plainchant au moyen de points”* (Método para escrever as palavras, a música e o cantochão por meio dos pontos) (Tomé, 2003), Braille trouxe ao público uma forma inédita de leitura e escrita tátil, baseada em conjuntos de seis pontos dispostos em forma de uma matriz de três linhas e duas colunas denominados celas, a serem marcados em alto-relevo em papel. Embora o alfabeto proposto por Braille tenha sofrido pouca alteração desde sua concepção, a escrita musical foi totalmente modificada pelo próprio autor, ao longo de sua vida, dando finalmente origem às bases que hoje compõem a musicografia Braille.

2.1.1 Sistema Braille

O sistema Braille é representado por caracteres em alto relevo que formam sinais por meio de um conjunto matricial de seis pontos conforme FIG. 1, que totalizam 63 combinações, por intermédio das quais é possível representar além de caracteres, números, acentuações, pontuações e sinais matemáticos.

Para facilitar e identificar os pontos, são numerados de cima para baixo e da esquerda para a direita. Os três pontos que formam a primeira coluna têm os números 1, 2 e 3, e os pontos que formam a segunda coluna têm os números 4, 5 e 6. (BRASIL, 2006).

Figura 01 – Numeração dos pontos em uma célula Braille.



Fonte: BRASIL, 2006.

Como em um texto impresso, as palavras são sinais escritos consecutivamente. Os sinais simples ocupam uma célula, conforme o ilustrado na FIG. 2, enquanto os sinais compostos se obtêm pela combinação de dois ou mais sinais simples, como ilustrado na FIG. 3.

Cada sinal simples é caracterizado pela presença ou pela ausência dos pontos que formam cada célula.

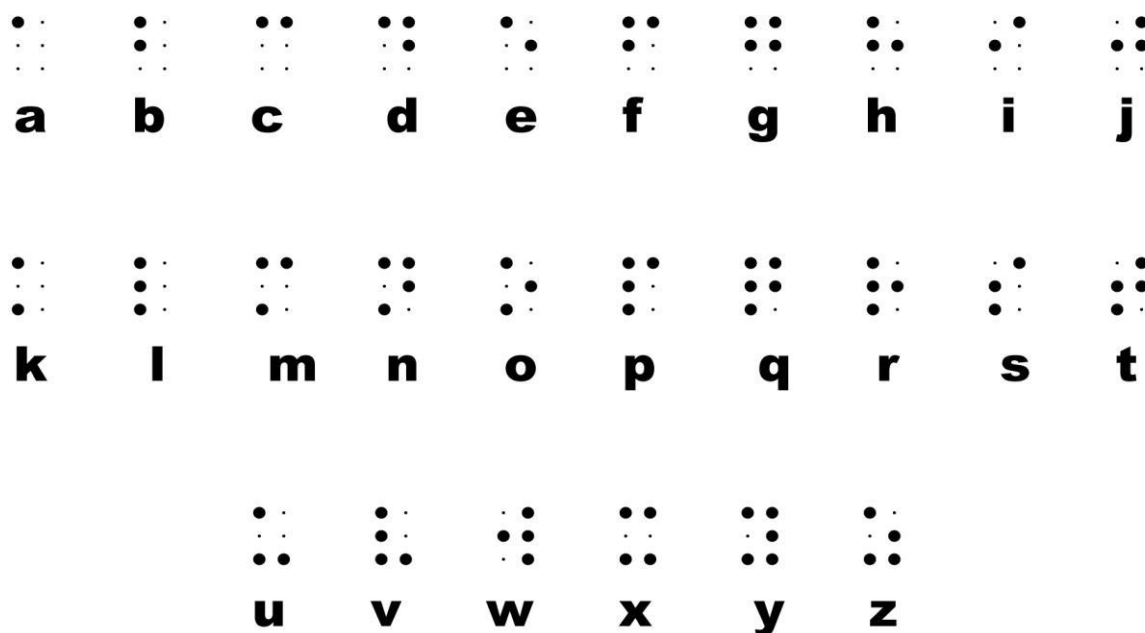
Figura 02 – Exemplos de sinais simples.

p	(1234)	⠏	ô	(1456)	⠏
ü	(1256)	⠥	t	(2345)	⠞
ê	(126)	⠢	ã	(345)	⠠
o	(135)	⠏	õ	(246)	⠤
â	(16)	⠡	í	(34)	⠢
g	(1245)	⠢	i	(24)	⠠
x	(1346)	⠤			

Fonte: BRASIL, 2006.

Nosso alfabeto é constituído por 23 caracteres, com as letras estrangeira K, W e Y. Na FIG. 3, no alfabeto da língua portuguesa representado em Braille, o ponto maior e escuro representa o alto relevo da célula, e o menor significa ausência daquele ponto.

Figura 03 – Alfabeto da língua portuguesa em Braille.



Fonte: ABREU, 2008.

2.1.2 Finalidade e princípios básicos da Musicografia Braille

A finalidade do manual de Musicografia Braille de 1982 é fazer referência à simbologia para música e seu significado, aprovando sua utilização mais comum nos diferentes formatos.

Os caracteres que formam as notas são constituídos dos 1, 2, 4 e 5 e correspondem às letras d, e, f, g, h, i. Os valores se representam com combinações dos pontos 3 e 6, dentro da mesma célula Braille, nas quais se escrevem as notas. Os sinais das notas e das pausas representam sempre dois valores.

Figura 04 – Símbolos musicais em Braille.

Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Pausa	
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Semibreves e Semicolcheias
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Mínimas e Fusas
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Semínimas e Semifusas
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Colcheias e Quartifusas
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Prefixo para semiquartifusas, p. ex., ⠠⠳⠤⠠⠢⠑⠠⠋⠠⠎⠠⠡⠠⠎, etc.
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Separação de valores representados pelo mesmo grupo de sinais (semibreves e semicolcheias, etc.)
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Valores maiores (semibreve, mínima, semínima e colcheia)
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Valores menores (semicolcheia, fusa, semifusa e quartifusa)
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Breve, p. ex., ⠠⠳⠤⠠⠢⠑⠠⠋⠠⠎⠠⠡⠠⠎ (etc.)
⠠⠳⠤	⠠⠢⠑	⠠⠋	⠠⠋⠠	⠠⠎	⠠⠡	⠠⠎	⠠⠠	Pausa de breve.

Fonte: Novo manual internacional de musicografia Braille, 2004.

2.2 Introdução ao Sistemas Embarcados e Microcontroladores

A criação do computador é uma longa história de protagonistas e de coadjuvantes. Alan Turing apresenta os conceitos da máquina de Turing em 1937; Augusta Ada, Condessa de Lovelace, traduz o panfleto sobre o “Analytical Engine” em 1842, que mais tarde seria reconhecido como o primeiro algoritmo desenvolvido; Charles Babbage inicia o projeto e a construção do “Difference Engine” em 1822, e o primeiro projeto de computador da história. Muitos outros personagens, ao longo da vida, ajudaram a criar máquinas, métodos e conceitos, mas os últimos 20 anos presenciaram uma revolução que deu origem a computadores com velocidades e poder de cálculo milhares de vezes superior aos dos primeiros computadores comerciais, mesmo não sendo maiores ou mais caros que uma máquina de escrever. Essa revolução ocorreu em consequência dos Circuitos Integrados que combinam muitos componentes eletrônicos em uma única pastilha de silício. Mais especificamente, as tecnologias de integração em (LSI) e

altíssima escala (VLSI) podem concentrar dezenas de milhares de transistores num só CI. Isso permitiu fabricar todo um cérebro de um computador sob a forma de um único circuito integrado, denominado microprocessador. O acréscimo de um pequeno número de outros Ci's produz um microprocessador completo.

Dos primeiros computadores digitais nos anos 1940 até os dias de hoje, com as poderosas máquinas de grande porte e os revolucionários microcomputadores, pouquíssimas alterações ocorreram nos princípios básicos de operação. Embora a tecnologia tenha percorrido um longo caminho, desde os tempos em que um computador lotava um ginásio inteiro e era considerado caro demais para a maioria das aplicações, nossos modernos computadores continuam trabalhando com “uns” e “zeros” e utilizando as mesmas operações lógicas básicas de seus predecessores.

2.2.1 Plataforma Arduino

A plataforma Arduino é uma plataforma de protótipos eletrônicos. Utilizam-se vários tipos de sensores e atuadores, como motores, luzes entre outros. O microcontrolador da placa é programado em Arduino Programming Language (baseado em Wiring) e em Arduino Development Environment (baseado em Processing). Os projetos do Arduino podem ser autônomos ou podem se comunicar com um software em execução no computador. As placas podem ser construídas manualmente ou compradas prontas e o software pode ser baixado gratuitamente (ARDUINO, 2017). Uma das grandes vantagens da plataforma se refere ao baixo custo, com multiplataforma e ambiente de programação simplista e objetivo. O software do Arduino (IDE) é uma ferramenta de código aberto, cuja linguagem pode ser expandida através de bibliotecas C++ e JAVA (HARDWARELIVREUSP, 2017).

2.2.2 Arduino Mega

O Arduino Mega é uma placa microcontroladora que possui 54 pinos de entrada e saída digitais, 16 entradas analógicas, um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, um conector para alimentação, um conector ISCP, e um botão de reset. Contém todo o necessário para apoiar o microcontrolador; basta ligá-lo a um computador através

de um cabo USB ou conectá-lo a um adaptador AC/DC, ou em uma bateria para começar (ARDUINO, 2017).

Figura 05 – Arduino MEGA.



Fonte: ARDUINO, 2017.

2.2.3 Código ASCII

ASCII é um padrão de codificação do computador para os caracteres alfanuméricos. O padrão ASCII estabelece uma correspondência entre uma representação binária dos caracteres, símbolos ou sinais que o compõem. Por exemplo, o caractere "a" está associado a "01100001" e "A" a "01000001".

O ASCII permite que todos os tipos de máquinas armazenem, analisem e comuniquem informações textuais. Em particular, quase todos os computadores pessoais e estações de trabalho usam codificação ASCII.

ASCII é muitas vezes complementado por correspondências adicionais para permitir a codificação do computador de outros caracteres, como caracteres acentuados. Esse padrão é chamado ISO-8859 e está disponível, por exemplo, no ISO-8859-1 quando este se estende ASCII com caracteres acentuados da Europa Ocidental.

Existem outros padrões, como o Unicode, por exemplo, que têm a vantagem de oferecer uma versão unificada das várias codificações de caracteres que completam ASCII, mas também de permitir a codificação de caracteres diferentes dos do alfabeto latino.

A tabela seguinte é a junção da tabela ASCII Normal (32 a 127) com a tabela dos Caracteres de Controle (0 a 31) e a ASCII Estendida (128 a 255).

Figura 06 – Tabela ASCII.

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	&	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k

Fonte: ASCII TABLE, 2010.

2.3 Gerenciamento e Organização do Projeto

É inquestionável que o essencial para a conclusão de um projeto com qualidade e eficiência, para a gestão dos recursos é a ferramenta essencial além da satisfação do cliente, conforme as palavras de Pressman e Maxin (2016), que afirmam que a meta do projeto é criar um modelo que implemente corretamente todos os requisitos do cliente e traga satisfação aos mesmos. Os responsáveis pelo projeto devem examinar uma solução que melhor atenda às necessidades dos envolvidos.

O projeto em questão se preocupa em três pilares, satisfação do cliente, usabilidade e gerenciamento. Sob essas características, o método de desenvolvimento usado no projeto é o Scrum, metodologia criada devido a uma crescente demanda de projetos dinâmicos e interativos, que surgiu para acelerar o desenvolvimento, dividindo-o em etapas, chamadas de *Sprint*, para simplificar os problemas encontrados durante o desenvolvimento e dar constância no desenvolvimento do projeto.

2.3.1 Estrutura e ferramentas do sistema

O projeto visa à utilização de recursos com baixo custo e o uso de recursos que ajam diretamente no quesito de acessibilidade. Para isso, foi usado um ambiente de desenvolvimento integrado, o *Visual Studio 2017*, que é a edição mais recente do ambiente de desenvolvimento integrado da Microsoft, uma ferramenta de desenvolvimento completo para a criação de softwares, usando bibliotecas como a .NET Framework 4.7.2 que contém ferramentas de acessibilidade.

O .NET Framework é uma iniciativa da empresa Microsoft, que visa a uma plataforma única para desenvolvimento e execução de sistemas e aplicações. Todo e qualquer código gerado para .NET pode ser executado em qualquer dispositivo que possua um framework de tal plataforma.

O .NET Framework consiste basicamente em dois componentes principais, ou seja, ela é executada sobre uma Common Language Runtime - CLR (Ambiente de Execução Independente de Linguagem) interagindo com um Framework Class Library - FCL (Conjunto de Bibliotecas Unificadas). Ele permite executar diversas linguagens com grande interoperabilidade.

O CLR fornece gerenciamento de memória, controle de exceção, interoperabilidade, manipulação de processamento paralelo e concorrente, reflexão, segurança, serviços de compilação para a arquitetura específica, entre outros.

A FCL oferece APIs para UI de console, acesso a dados, conectividade com banco de dados, redes, web, criptografia, acesso aos serviços do sistema operacional, estruturas de dados e algoritmos diversos, facilidades para a linguagem e muito mais.

2.3.2 Projetos relacionados

Tecnologia assistida para a leitura de texto digital no método Braille, em que o projeto apresenta uma entrada de informações em um sistema embarcado, o qual reproduz essa informação em uma célula Braille adaptada em um periférico de um computador, no caso deste trabalho, um mouse. (PEREIRA; FERNANDES; RODRIGUES, 2017)

Figura 07 – Elaboração do mouse composto por uma matriz de micro relê push-pull.



Fonte: Pereira, Fernandes e Rodrigues, 2017

3 Material e Métodos

Neste tópico são apresentados os requisitos de hardware, de software, de bibliotecas usadas no decorrer do desenvolvimento do projeto.

3.1 Ferramentas de softwares e hardware

Conforme citado anteriormente no Referencial Teórico, utilizou-se para o gerenciamento do projeto a metodologia ágil *Scrum*, devendo assim dividir o projeto em pequenas etapas para simplificar seu desenvolvimento. Estabeleceram-se as seguintes etapas:

3.1.1 Primeira *Sprint*:

- Delimitação e planejamento do sistema de acessibilidade;
- Desenvolvimento de uma *interface* interativa para usuário com deficiências visuais;
- Desenvolvimento da funcionalidade de composição textual.

3.1.2 Descrição da primeira *Sprint*:

O mundo musical, com todos os seus elementos, compõe uma infinidade de possibilidades que levam anos de estudos para, de tal modo, se conhecer apenas em partes toda sua complexidade.

Neste projeto, o princípio de composição foi estudado e, para tal, por meio de um gerenciamento adequado, se deu a composição de uma partitura, que é componente usado para consulta e para guia na execução de uma obra de música.

Uma partitura também conhecida como pauta musical é composta por claves, notas, tempo, acidentes, compasso, como mostra a figura a seguir.

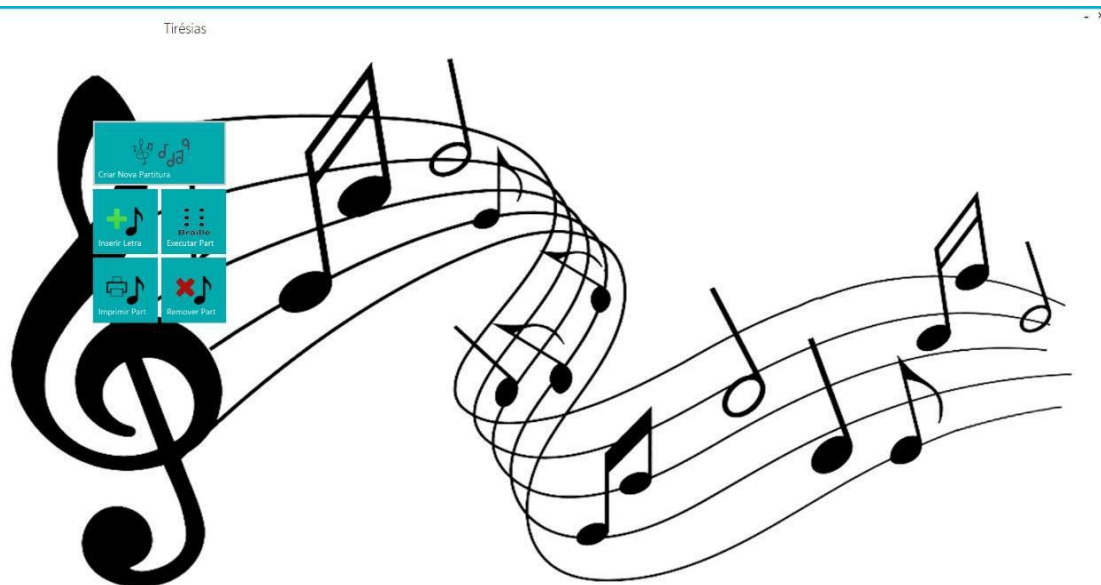
Figura 08 – Partitura musical



Sinfonia n.º 9 (Symphony No. 9) Ode to Joy.

No primeiro momento do projeto, foi desenvolvida uma interface amigável, com primitivas para o carregamento do software ser feito de forma dinâmica, visando sempre à interatividade do usuário com NEE com a interface. Assim, teclas de atalho foram utilizadas para uma maior facilidade de uso.

Figura 09 – Tela inicial de carregamento do sistema Tirésias.



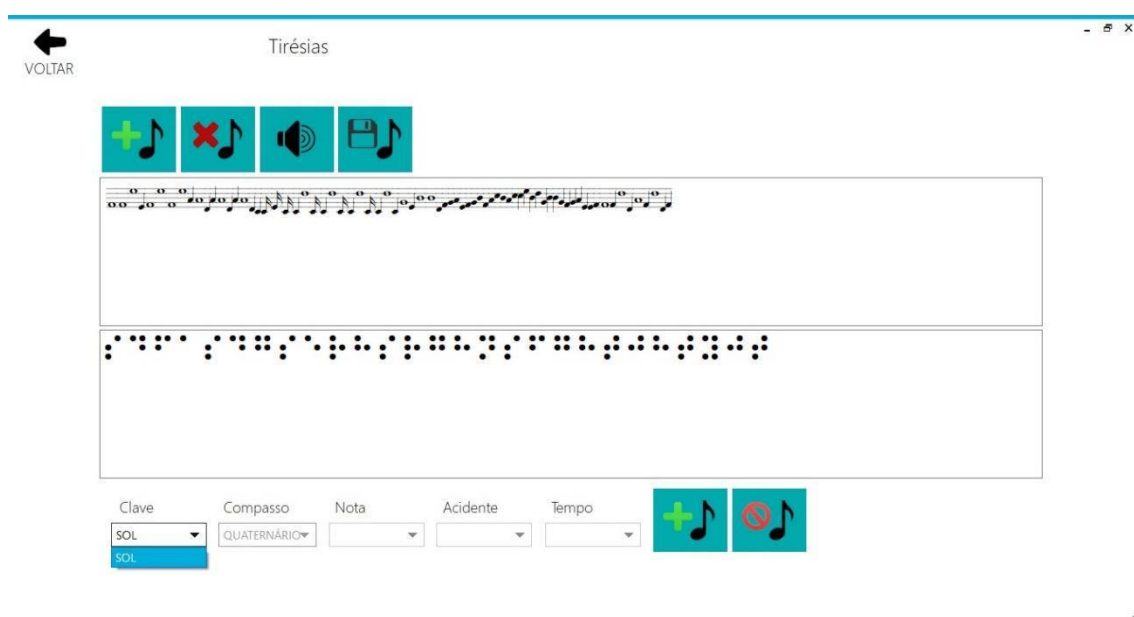
Fonte: Autor, 2018.

O Intuito do sistema de musicografia Braille é ser totalmente intuitivo para o usuário com deficiência visual e, para tal, a programação do sistema foi desenvolvida de forma a integrar ao assistente de acessibilidade do Windows, trabalhando, assim, com a ferramenta de leitor de tela.

Outra forma de usabilidade para o usuário com deficiência é a navegação através dos componentes cujo sistema trará teclas chaves do computador, por meio das quais o usuário terá acessos a todos os recursos do sistema Tirésias. O sistema implementa campos-chave onde serão selecionados os elementos de uma pauta musical. Após a seleção de um conjunto de opções pré-determinados, o sistema trará o elemento correspondente e montará a partitura, elemento por elemento.

Para isso, necessitava de atenção nos quesitos de como e de qual a melhor maneira, mais efetiva para que o usuário interaja com o sistema, a fim de proporcionar uma navegação mais simplista e minimalista para o aluno com necessidade de ensino especial. Com isso, foi visto que o agrupamento de componentes era altamente viável, como mostra a imagem a seguir.

Figura 10 – Tela de composição musical

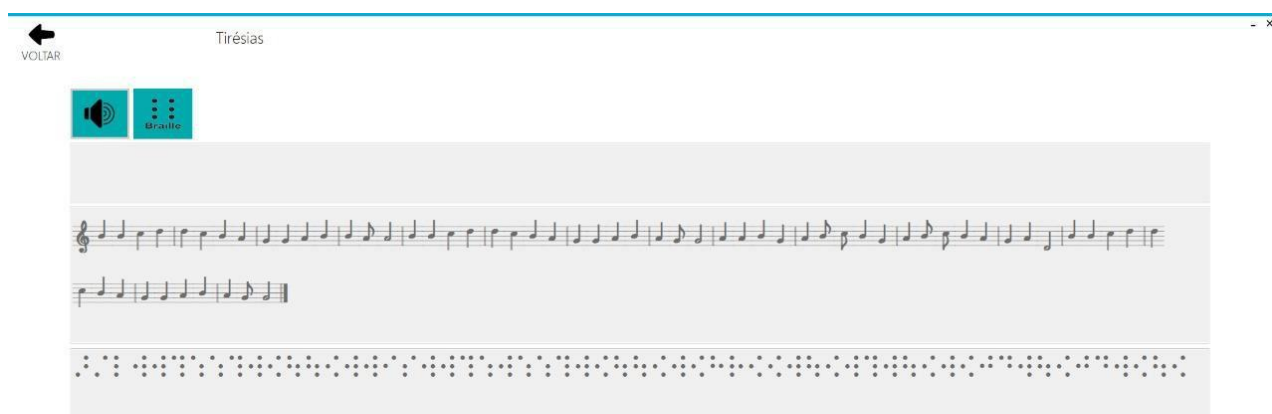


Fonte: Autor, 2018.

Tem, assim, o usuário com necessidade de ensino especial a possibilidade de se situar a cada instante como está seu desenvolvimento. Para um usuário de deficiência visual, essa funcionalidade é a essencial.

Ao final do desenvolvimento da partitura, o usuário ainda assim, poderia como recurso, salvar e fazer a execução da partitura desenvolvida, através do módulo de execução, como mostra a imagem seguinte.

Figura 11 – Tela de execução Musical



Fonte: Autor, 2018.

3.1.3 Segunda Sprint:

- Delimitação e definição de regras de musicalização Braille para o sistema embarcado;
- Refinamento do protótipo do sistema embarcado utilizado na monografia “Tecnologia assistiva para leitura de texto digital no método Braille”.

3.1.4 Descrição da Segunda *Sprint*:

No sistema de musicografia Braille, não existe uma célula para cada elemento na linguagem musical. Sendo assim, existem algumas regras que definem o que cada caractere representa. São regras que correspondem a cada elemento que está disposto no estudo e desenvolvimento de uma composição musical, já que a leitura é interpretada pelo contexto. As primeiras células do Braille indicam o que o texto a seguir representa, dizendo que é o primeiro elemento no desenvolvimento de uma partitura que, no caso, sempre será a clave, seguida de um elemento sonoro para atentar o aluno com necessidade especial que o primeiro elemento foi revelado; logo após, será a sequência de notas que a música possui. Para isso, o algoritmo trata todos esses detalhes, permitindo que o deficiente não se perca na leitura. A musicografia Braille utiliza o mesmo esquema de seis posições existente no método Braille. Entretanto, o Braille apresenta um significado diferenciado separado para cada símbolo ou grupo de símbolos em relação à musicografia Braille, a qual difere do sistema musical, uma vez que possui sua própria sintaxe e abreviações.

Uma das filosofias que a engenharia de software é a comunicação e a colaboração entre os desenvolvedores, (PRESSMAN, 2016). Para isso, foi visto que, levando em consideração o desenvolvimento de autores como Pereira, Fernandes e Rodrigues (2017), poderíamos trabalhar para uma melhora exponencial do protótipo que estes autores criaram e adaptá-los para o uso da leitura da musicografia Braille, já que seu projeto transcreve a escrita Braille para um sistema embarcado como mostrado anteriormente em Projetos Relacionados na categoria de Referencial Teórico.

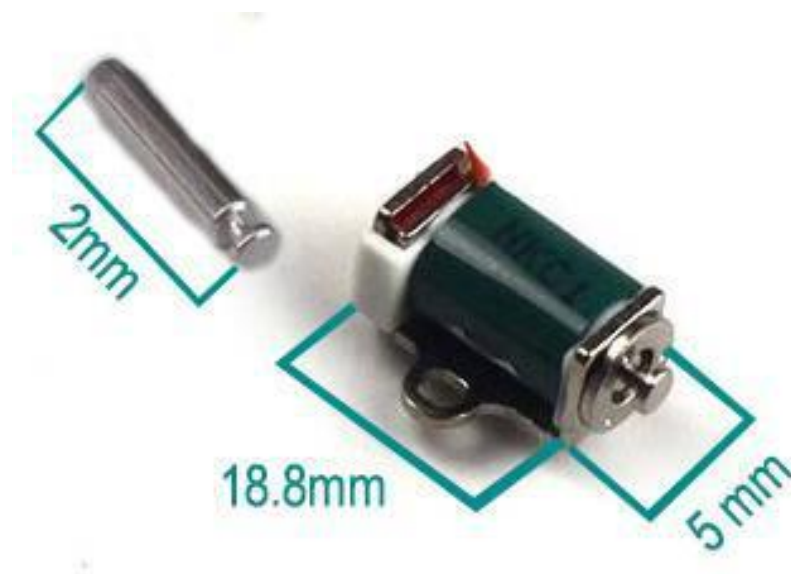
O conceito de Pereira, Fernandes e Rodrigues (2017) se expressava por aprimorar para desenvolver um atuador que fosse capaz de gerar um relevo coerente com os comandos definidos, capaz de gerar uma “pressão” saindo de um tubo, onde, em contato com uma camada superficial, gerasse esse relevo necessário, a partir de uma criação de um mecanismo com campo magnético usando fios de cobre, onde, quando fosse energizado o eixo seria atraído para base do componente. Porém, no decorrer de experiências e das pesquisas do grupo, foi visto que os materiais usados não utilizavam

do potencial que os componentes podiam oferecer. Com isso, a principal otimização no projeto “Tecnologia assistida para leitura de texto digital no método Braille” foi a exploração dos recursos a fim de obter o máximo que este poderia oferecer.

3.1.5 Solenoide 6V

Os solenoides são eletroímãs, feitos de uma bobina de fio de cobre com uma lingueta de metal no meio. Quando a bobina é energizada, a lingueta é puxada para dentro do centro da bobina. Isso faz com que o solenoide seja capaz de puxar de uma extremidade. (JEFFERSON, 2017).

Figura 12– Representação da dimensão de um Solenoide de 6V



Fonte: Autor, 2018.

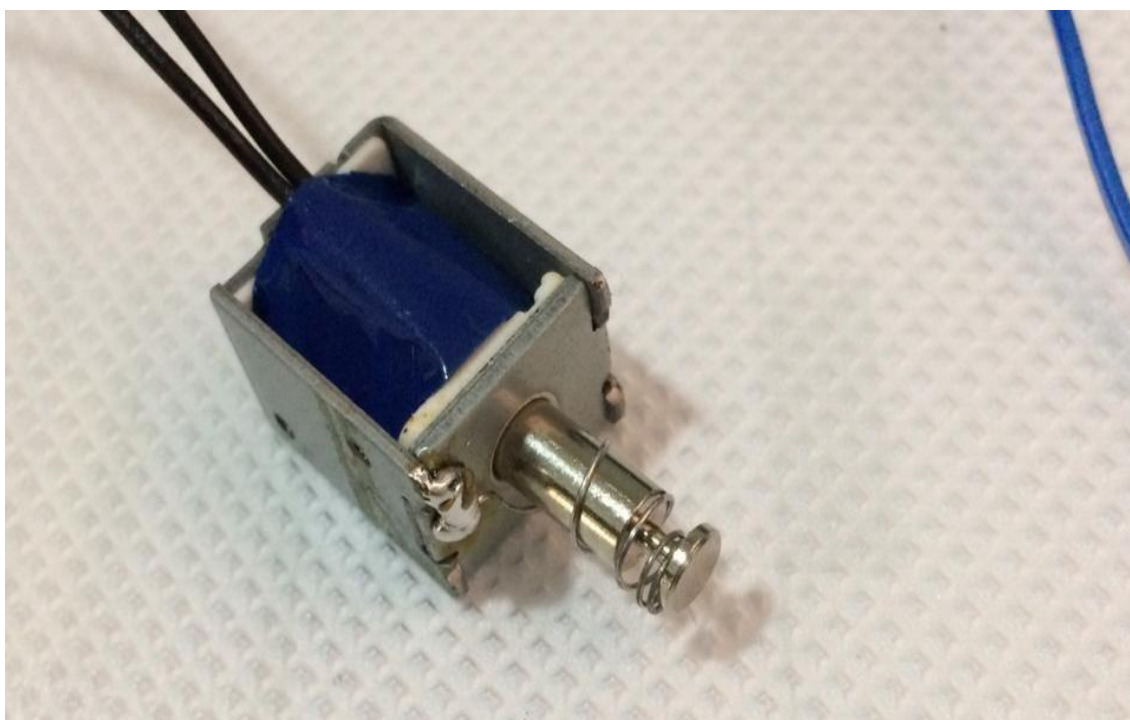
Observando o protótipo mais de perto, foi visto que a força que o solenoide poderia exercer era muito limitada. Então um sistema de alavanca foi desenvolvido para que a lingueta pudesse ser levantada automaticamente assim que o solenoide desenergizasse.

Figura 13– modificações feitas na lingueta do Solenoide de 12V.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 14 – Adaptações feitas no Solenoide de 12V.



Fonte: Autor, 2018.

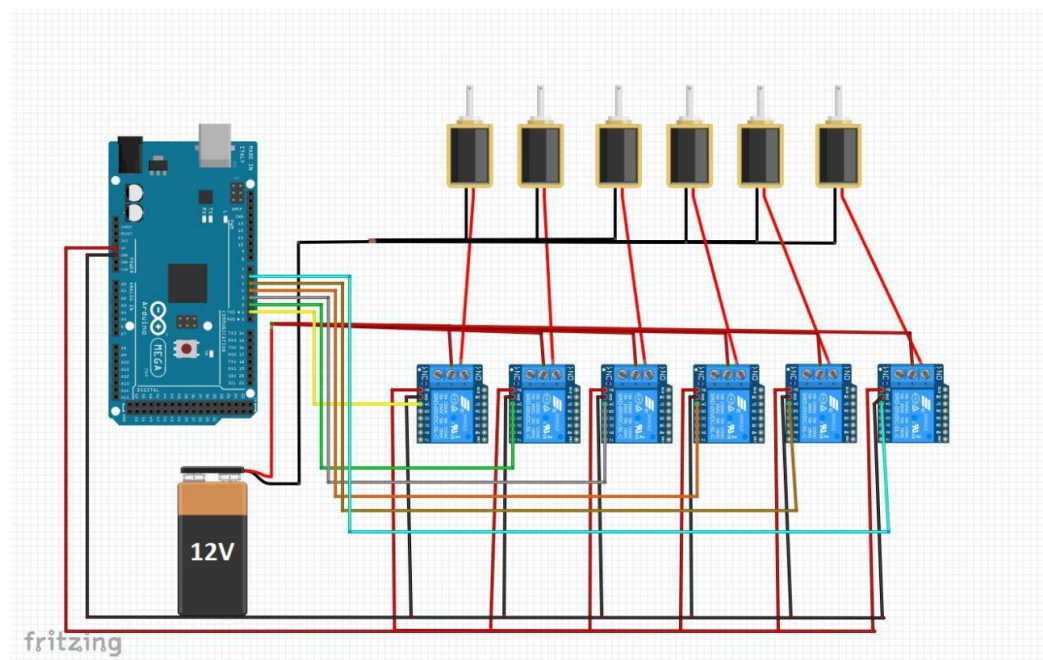
Usando molas 0,40mm na Composição SAE 1070 e Revenidas e Zincadas, podíamos levantar a lingueta sem despromover o impulso para puxar a lingueta de volta ao energizar a solenoide, o que conseguiu propor e executar totalmente o conceito de Fernandes, Rodrigues e Pereira sem mais precisar de grandes modificações. Após isso, foi usada a solenoide que, quando energizada, cria um campo magnético que atrai a lingueta para o centro do seu campo magnético, uma minibuzina, que acionamos a fim de emitir um som, indicando a separação de partes da partitura, fonte 12 volts para a alimentação da solenoide que necessita de 12 volts para seu funcionamento, módulo relé que pode ser usado para acionar cargas de 5VAC até 250VAC. Por fim, uma placa de Arduino Mega 2560. Essa placa possui recursos para prototipagem e projetos bem elaborados. Baseia-se no microcontrolador ATmega2560, (imagem 14), possui 54 pinos de entradas e saídas digitais. Destes 15 podem ser utilizados como saídas PWM. Possui 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial, usadas para a comunicação entre o sistema Tirésias e o sistema embarcado, também para o controle de todos os componentes do sistema embarcado.

Figura 15 – Microcontrolador ATMEGA 2560.



Fonte: ATMEL, 2014.

Figura 16 – Esquemático do sistema arduino.



Fonte: Autor, 2018.

4 Resultados e Discussão

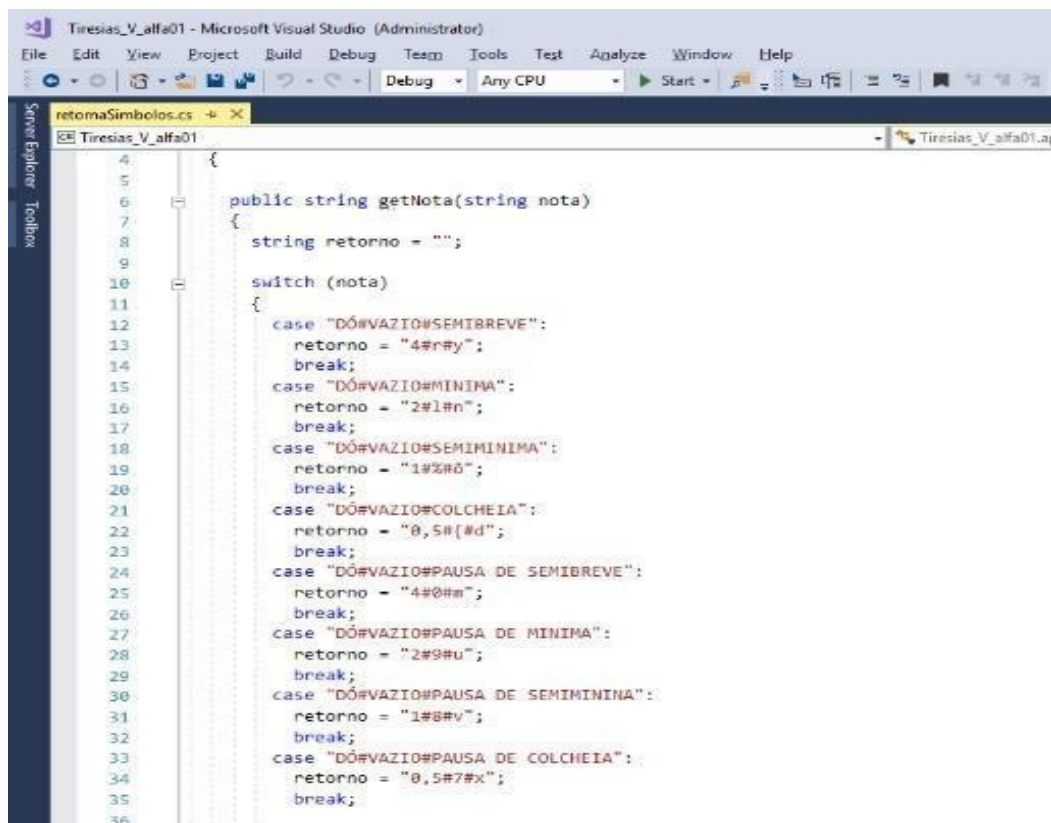
4.1 Terceira Sprint:

- Codificação e integração de linguagem, C# para Arduino, para integração ao sistema “TIRÉSIAS”;
- Testes de validação do Sistema.

4.1.1 Descrição da Terceira Sprint:

Um dicionário de dados precisava ser integrado ao sistema para que, assim, o projeto fosse delimitado e, após a inserção de cada elemento na pauta musical, o elemento pudesse ser comparado no dicionário e logo após armazenado, para que no futuro pudesse ser repassado para o sistema embarcado.

Figura 17 – Imagem dicionário de dados no software.



Fonte: Autor, 2018.

Por sua vez, o sistema embarcado também possui um dicionário para analisar e interpretar esses dados passados pelo software, transcrito em forma de Braille.

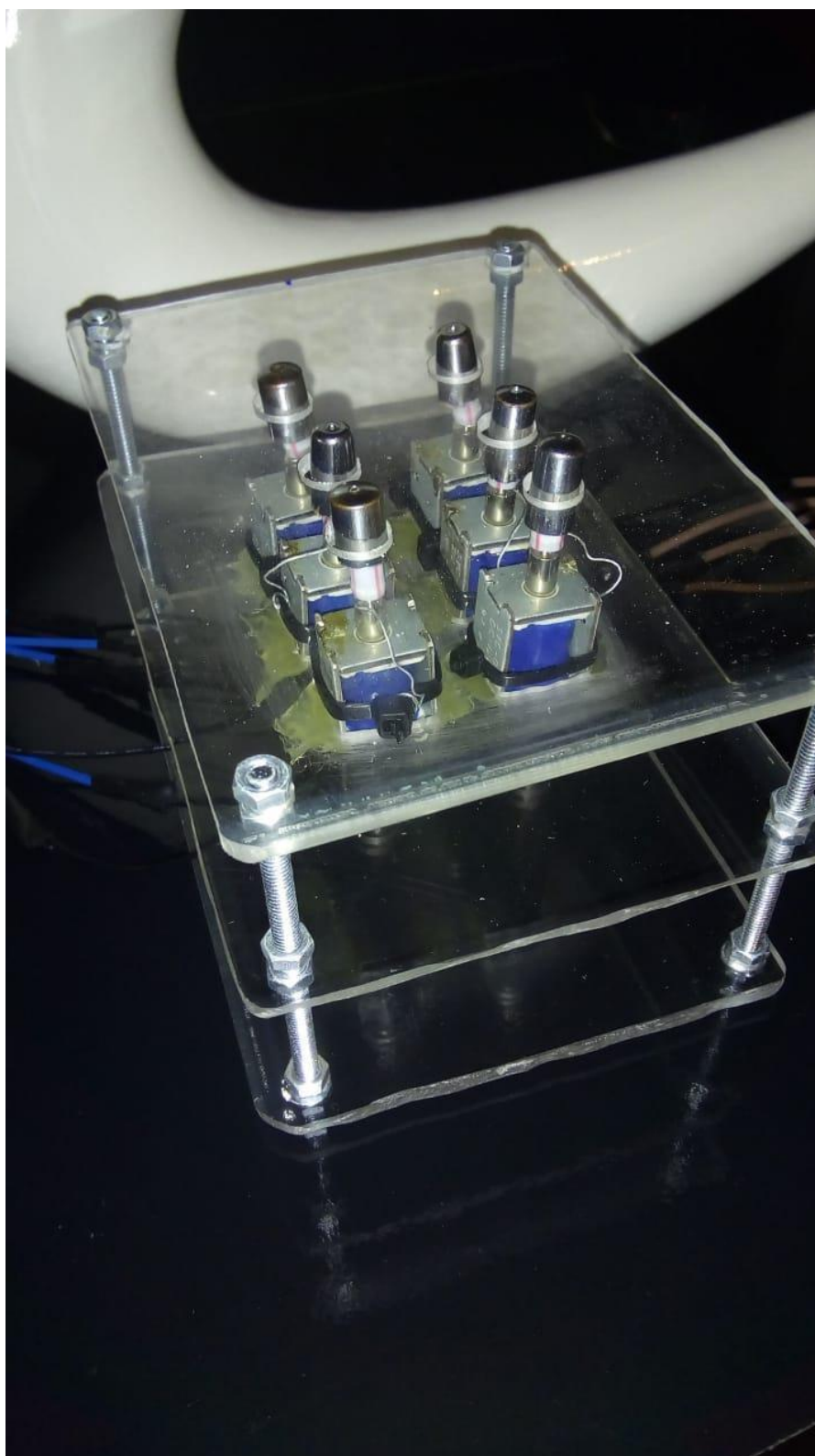
Figura 18 – Imagem dicionário de dados no sistema embarcado.



Fonte: Autor, 2018.

Seguido de como já foi apresentado no Referencial Teórico, a “célula” Braille é composta por um sistema matricial que contém 2 colunas e 3 linhas, totalizando 6 solenoides. Foi elaborado um suporte para que os 6 solenoides se tornassem capazes de exibir algo o mais próximo possível da matriz que compõe o Braille para representar o sistema musical.

Figura 19 – Imagem da célula Braille autônoma.



Fonte: Autor, 2018.

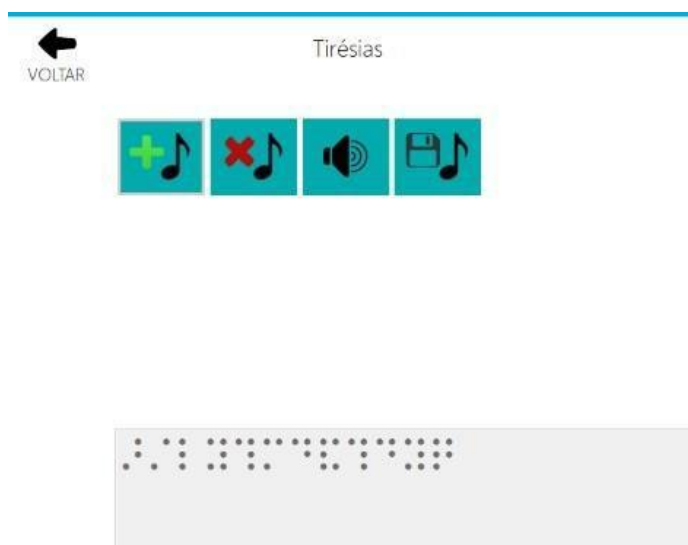
Foram testados, caracter por caracter diretamente no software, verificando sempre 2 pontos, se o elemento previamente selecionado correspondia na forma musical (imagem 15) e na forma Braille com base na literatura de musicografia Braille (imagem 16).

Figura 20 – Elementos musicais digitados no sistema Tirésias.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 21 – Elementos da musicografia Braille transcritos no sistema Tirésias.



Fonte: Autor, 2018.

Já no sistema embarcado, foram efetuados testes do comportamento do produto sob situações comuns pelas quais o aluno com necessidade de ensino especial passará ao utilizar o sistema e também qual a Performance do software ao se comunicar com o hardware.

4.1.2 Dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto

A principal dificuldade em todo o processo de desenvolvimento foi se colocar na posição de deficiente visual, procurando sempre a forma mais intuitiva e ágil para que este pudesse desenvolver um estudo voltado para música com base nos conceitos de musicografia Braille, tendo que sempre olhar para o sistema com outros olhos.

Este projeto trouxe desafios que, com certeza, os componentes do grupo nem imaginavam que poderiam enfrentar, trazendo assim um conhecimento voltado para a área de inclusão e também um conhecimento com ferramentas para o desenvolvimento em prol de benefícios de terceiros.

5 Conclusão

O sistema Tirésias tem a oportunidade de integrar pessoas com deficiência visual no mundo da música, trazendo materiais para estudo e a possibilidade de uma maior independência no desenvolvimento de partituras, o que promove uma sensação de satisfação imensurável para qualquer pessoa.

O sistema, com as ferramentas utilizadas, se mostra capaz de desenvolver e/ou produzir um estudo com base na musicografia Braille, podendo o aluno com necessidade de ensino especial ter condições de produzir esse material e fazer uso dele, seja ele impresso no papel ou executado na célula automatizada.

A tecnologia pode agir de várias formas sobre a necessidade humana, mas, acima de tudo, hoje vivemos em uma época em que evoluir é inovar, e principalmente nessa área de inclusão. Pode-se ver que o interesse e mercado têm um grande potencial para evoluir. Conforme vimos ao longo do projeto, os custos para desenvolver um sistema voltado para a inclusão é comprovadamente ínfimo se levado em consideração desde sua criação e pode trazer benefícios inimagináveis tanto para o desenvolvedor quanto para o beneficiado, sendo o maior de todos, com toda certeza, a satisfação de ver o usuário se sentir parte da sociedade, sentir a satisfação do usuário ao desenvolver e demonstrar seus sentimentos por meio da música, como é o foco deste projeto, e principalmente a satisfação do desenvolvedor ao participar e ao possibilitar essa sensação ao usuário.

Espera-se que o sistema desenvolvido seja uma base para novos projetos que possam atender futuras necessidades, cada vez mais complexas desse nicho de mercado, e que seja de possível aumentar a visão de mercado ou até mesmo chamar a atenção dos desenvolvedores para esse modelo de programar.

6 Referencial Bibliográfico

ARDUÍNO, Homepage. **Arduíno**, 2017. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acessado em: 4 de outubro de 2018.

ASCIITABLE, Homepage. **Ascii Table**, 2010. Disponível em: <<http://www.asciitable.com>>. Acessado em: 4 de outubro de 2018.

ARDUINO. **Arduíno Mega 2560: VER 3**. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>>. Acessado em: 4 de outubro de 2018.

CARLOS.H. Leonardo. Tutoriais Arduino #6: Introdução ao Arduino. Hardware livre USP. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://hardwarelivreusp.org/2016/11/20/arduino-6intro/>> acessado em: 14 de outubro de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006. 106 p.

DE SANTANA, Vagner F., ALMEIDA, Leonelo D. A., HORNUNG Heiko H., Um Processo de Avaliação de Acessibilidade Web Universal Aplicado ao Website da Receita Federal: do Código a Testes com Usuários. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260887013_Um_Processo_de_Avaliacao_de_Acessibilidade_a_Web_Universal_Aplicado_ao_Website_da_Receita_Federal_do_Codigo_a_Testes_com_Usuarios>. Acesso em 19 de março 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística, Censo Demográfico 2010. 3º Gráfico - População e tipo de deficiência. Disponível em: <http://teen.ibge.gov.br/calendario-teen-7a12/evento/1096-dia-internacional-daspessoas-com-deficiencia.html/>. Acesso em 14 de março 2016.

JEFFERSON. Brasil. Válvulas Solenóides: Informação de Engenharia. **Jefferson**. São Bernardo do Campo – SP. [Catálogos], Tipos de Válvulas Solenoides. P@T Estúdio. 2017. Disponível em: <<https://www.jeffersondobrasil.com.br/>> acessado em: 29 de outubro de 2018.

LÜCK, H. A dimensão participativa da gestão escolar. Gestão em Rede (Brasília), Curitiba, v. 57, n. out, p. 1- 6, 2004.

MITTLER, P. **Educação inclusiva**: contextos sociais. Porto Alegre: Artmed, 2003.

Novo manual internacional de musicografia Braille / coordenação geral Maria Gloria Batista de Mota; Elaboração União Mundial de Cegos, Subcomitê de Musicografia Braille. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2004

Portal Lerparaver(2005) Portal Lerparaver. A invenção do Sistema Braille e a sua importância na vida dos cegos.http://www.lerparaver.com/braille_invencao.html, 11 2005. Acesso em 12 de março de 2012.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

SANTA, Rosa Lucila Maria Costi, CONFORTO, Débora, ACESSIBILIDADE À WEB: INTERNET PARA TODOS. Disponível em:
<[http://edu3051.pbworks.com/f/ACESSIBILIDADE_WEB_revista_PGIE.p df](http://edu3051.pbworks.com/f/ACESSIBILIDADE_WEB_revista_PGIE.pdf)>.
Acesso em 19 de Março 2016.

TEZANI, Thais. C.R. Os caminhos para a construção da escola inclusiva: a relação entre a gestão escolar e o processo Universidade Federal de São Carlos, 2004.

TOMÉ, Dolores. **Introdução à Musicografia Braille**. São Paulo: Global, 2003.