



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAIANO – CAMPUS CATU
SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO
DE SISTEMAS**

NELSON SILVA DOS ANJOS

**ADMCTM: UM MODELO PARA CONVERSÃO AUTOMATIZADA DA
REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO DE MAPA CONCEITUAL EM
MAPA DE TÓPICOS**

Catu-BA
2022



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAIANO – CAMPUS CATU
SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO
DE SISTEMAS**

NELSON SILVA DOS ANJOS

**ADMCTM: UM MODELO PARA CONVERSÃO AUTOMATIZADA DA
REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO DE MAPA CONCEITUAL EM
MAPA DE TÓPICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas como requisito para avaliação da disciplina ministrado pelo Profº. M.e. Marcio Vieira Borges.

Orientador: Profº. D.r. Romero Mendes Freire de Moura Junior

Coorientador: Profº. M.e Marcio Vieira Borges

BANCA EXAMINADORA

PROFº. D.R. ANDRÉ LUIZ REZENDE

PROFª. M.A. ENEIDA ALVES RIOS

PROFª. M.E. MARCIO VIEIRA BORGES

PROFº. D.R. ROMERO MENDES FREIRE DE MOURA JÚNIOR

NELSON SILVA DOS ANJOS

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR
QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE
ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

RESUMO

Esta pesquisa apresenta uma abordagem contextualizada pelos sistemas de representação do conhecimento, como forma de organizá-lo. Cada vez mais, tem se tornado um desafio coletar corretamente e organizar as informações para gerar o conhecimento, logo o uso dos sistemas de representação do conhecimento, tem um papel importante para auxiliar na nessa elaboração e organização verídica. Essa representação pode ser dentre diversas formas, em um Mapa Conceitual, que apresenta conceitos claros em sua representação. A tecnologia tem sido aliada, para armazenar e difundir de maneira eficaz essa representação, um exemplo é disto é o Mapa de Tópicos, que além de ter as vantagens do mapa conceitual, segue um padrão regulamentado da ISO 13250, no qual foi desenvolvido pensado e voltado para sistemas de informação, que de forma computadorizada é capaz de armazenar o conhecimento e apresenta-lo a qualquer momento de maneira íntegra. O trabalho aqui propõe elaborar um modelo para converter de maneira automatizada e eficaz, um mapa conceitual em mapa de tópicos. Foi posto como objetivo e metas, a elaboração do modelo que serve de base para o desenvolvimento do software que realizará a validação. Através da metodologia exploratória foi possível iniciar o aprofundamento pelo estado da arte, utilizando uma abordagem quantitativa e comparativa de 13 mapas conceituais, onde foi possível chegar a um modelo, que possibilitou o desenvolvimento de um software que validou a conversão, trazendo resultados para essa comparação entre os dados de entrada, o mapa conceitual e o resultado final, o mapa de tópicos convertido com eficácia de forma automatizada. Nos resultados podemos perceber que o modelo proposto não atende de maneira totalmente eficaz a todas as estruturas experimentadas, porém será encontrado aqui, como foi possível chegar essa conclusão, possibilitando a continuidade deste projeto com melhorias.

PALAVRAS-CHAVES: Mapa de Tópicos, Mapa Conceitual, Representação do conhecimento.

ABSTRACT

This research presents an approach contextualized by knowledge representation systems, as a way of organizing it. Increasingly, it has become a challenge to correctly collect and organize information to generate knowledge, so the use of knowledge representation systems has an important role to help in this elaboration and true organization. This representation can be in several ways, in a Conceptual Map, which presents clear concepts in its representation. Technology has been allied to efficiently store and disseminate this representation, an example of this is the Topics Map, which, in addition to having the advantages of the conceptual map, follows a regulated standard of ISO 13250, in which it was developed thinking and aimed at information systems, which in a computerized form is capable of storing knowledge and presenting it at any time in an integral way. The work here proposes to develop a model to convert, in an automated and efficient way, a concept map into a topic map. It was set as objective and goals, the elaboration of the model that serves as a basis for the development of the software that will carry out the validation. Through the exploratory methodology, it was possible to start a deeper understanding of the state of the art, using a quantitative and comparative approach of 13 conceptual maps, where it was possible to arrive at a model, which made it possible to develop a software that validated the conversion, bringing results for this comparison. Between the input data, the concept map and the final result, the topic map is effectively converted in an automated way. In the results we can see that the proposed model does not fully meet all the structures tried, but it will be found here, how it was possible to reach this conclusion, allowing the continuity of this project with improvements.

KEYWORDS: Topic Map, Conceptual Map, Knowledge Representation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de uma rede semântica.....	19
Figura 2 – Mapa Conceitual, que tem como assunto os ramos de trabalho da Tecnologia da Informação.....	22
Figura 3 – Mapa de Tópicos, que tem como assunto os ramos de trabalho da Tecnologia da Informação, na linguagem XTM 1.0.....	25
Figura 4 – Exemplo de Identificador Único do conceito do MC em formato CXL grifados.....	32
Figura 5 – Exemplo de Identificador Único de um relacionamento do MC em formato CXL grifados.....	32
Figura 6 – Exemplo de Identificador Único de um tópico do MT grifado.....	32
Figura 7 – Exemplo de Identificador Único de uma associação do MT grifado.....	33
Figura 8 – Cálculo utilizado para porcentagem dos conceitos x tópicos.....	33
Figura 9 – Cálculo utilizado para porcentagem dos relacionamentos x Associações.....	34
Figura 10 – Estrutura do MC de Relacionamentos com uma conexão para cada Conceito.....	38
Figura 11 – Estrutura do MC de Relacionamentos múltiplas conexões para mais de um Conceito.....	38
Figura 12 – Representação das listas de conceitos e conexões.....	40
Figura 13 – Representação de um mapa para exemplificar o modelo elaborado.....	40
Figura 14 – Protótipo da tela da aplicação ADMCTM.....	41
Figura 15 – Imagem correspondente à funcionalidade da requisição com protocolo HTTP entre cliente e servidor.....	43
Figura 16 - Arquitetura do <i>Node.js</i>	44
Figura 17 - Casos de uso do ADMCTM.....	46
Figura 18 – Gráfico da média de assertividade e não assertividade das conversões.....	50
Figura 19 – Gráfico de comparação da estrutura dos Relacionamentos.....	48
Figura 20 – Gráfico da média de comparação da assertividade das conversões.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre MC e MT utilizando a síntese XTM 1.0.....	26
Quadro 2 – Comparativo entre conceito do MC com tópico do MT.....	27
Quadro 3 – Comparativo entre relacionamento do MC e associação do MT.....	27
Quadro 4 – Total de Conceitos, Tópicos, Relacionamentos e Associações dos mapas.....	34
Quadro 5 – Comparativo para representação da assertividade em porcentagens.....	35
Quadro 6 – Porcentagem da média de assertividade dos mapas.....	36
Quadro 7 – Resultado da média das comparações.....	37
Quadro 8 – Levantamento dos padrões dos MC de conexão com os Relacionamentos.....	39
Quadro 9 – Requisitos funcionais do sistema ADMCTM.....	45
Quadro 10 – Requisitos não funcionais do sistema ADMCTM.....	45

LISTA DE SIGLAS

ADMCTM	Antes e Depois de Mapa de Conceitos para <i>Topic Maps</i>
AG	<i>TopicMaps.Org Authoring Group</i>
Cetic.br	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CGI.br	Comitê Gestor da Internet
DOM	<i>Document Object Model</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
Inc	<i>Incorporated</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MT	Mapa de Tópicos
MC	Mapa de Conceitos
UTI	União Internacional de Telecomunicações
RAM	<i>Random Access Memory</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
WWW	<i>Word Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XMT	<i>XML Topic Maps</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.1 CONHECIMENTO.....	17
4.2 SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO.....	18
4.3 DIFUSÃO DO CONHECIMENTO.....	20
4.4 MAPA CONCEITUAL.....	21
4.5 MAPA DE TÓPICOS.....	23
4.6 COMPARAÇÃO ENTRE MAPA DE CONCEITOS E MAPA DE TÓPICOS.....	26
4.7 TRABALHOS CORRELATOS.....	28
4.8 SOFTWARES PARA DESENVOLVIMENTO DE MAPAS CONCEITUAIS.....	29
5. METODOLOGIA.....	30
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	30
5.2 INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	31
5.3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	40
5.4 DESIGN DO PROTÓTIPO DE TELAS.....	41
5.5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE.....	42
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICE A – Ordem Do Experimento E Coleta E Apresentação Dos Resultados.....	54
ANEXO A – Tabela Com As Diferenças Características Do Mapa Conceitual E Mapa De Tópicos.....	55

1. INTRODUÇÃO

Se faz necessário introduzir uma breve contextualização para apresentar o estado da arte que deu embasamento para este trabalho de pesquisa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma pesquisa realizada no Brasil, promovida pelo Comitê Gestor da Internet do Brasil (CGI.br) e lançada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), aponta uma estimativa de que (81%) da população brasileira, com 10 anos ou mais, é usuária de Internet, em comparação com estudo feito no ano de 2019, houve um aumento de 12 e de 7 pontos percentuais. (Cetic.br, 2020).

Segundo o relatório apresentado pela União Internacional de Telecomunicações, houve um crescimento de (17%) a mais, no número de pessoas conectadas ao ambiente virtual na Web desde 2019, e com esse aumento a quantidade de informações nas plataformas digitais tende a amplificar-se (UTI,2021). Tecnologias e redes sociais têm provocado mudanças no cotidiano e na forma como tratamos as informações. Recentemente, a contar da data da apresentação desse trabalho, como vimos anteriormente no relatório da UTI (2021), foi presenciado pelo mundo, a alta demanda do uso da internet por conta das medidas tomadas, vide pandemia, onde as pessoas ficaram restritas em suas casas, para realizar desde trabalhos remotos, estudo, compras de alimentos, até pagamentos de contas, entre outras atividades que não podiam serem realizadas fora das plataformas digitais. Com isso, o resultado do aumento de informações expressadas e enviadas nas plataformas digitais não poderia ser diferente, e mediante a esse aspecto, se faz necessária a representação e organização dessa grande massa de informações (UTI, 2021).

O ser humano tem buscado formas de organizar e difundir o conhecimento que é adquirido, um dos constantes desafios é armazenar esse conhecimento de forma eficaz, para ser representado de maneira íntegra, já que segundo Rover (1999) “... a memória humana não é capaz de armazenar e avaliar todas as variáveis possíveis numa dada situação”. Esta pesquisa apresenta a possibilidade de automatização, e sua eficácia, no processo de

conversão do Mapa de Conceitual (MC) em Mapa de Tópicos (MT), que são dois sistemas para organização e representação do conhecimento.

Novak e Canãs (2010), descrevem o Mapa Conceitual como uma ferramenta gráfica, que inclui conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, onde esses conceitos se relacionam, através de linhas interligadas.

Já o Mapa de Tópicos é um modelo de representação do conhecimento, num formato codificado, seguindo a norma da ISO 13250. Ele permite que a informação seja organizada e estruturada em forma de rede semântica, composta por tópicos associados (BRAGA, 2005), sendo assim, pode ser armazenado como um arquivo de computador, e compartilhado em qualquer software que aceite a Linguagem de Marcação Extensível (XML). O MT se destaca por além de receber todos os benefícios do MC, ele foi pensado e criado para funcionar em sistemas computacionais, assim a informação se mantém íntegra e pode ser reutilizada entre diferentes mapas de tópicos, mesmo que estejam armazenados em locais diferentes na *Web*. Outro fator importante é sua utilização da linguagem XML que melhora o desempenho da busca pelos metadados, quando aplicada a busca otimizada (LIBRELOTTO; LOPES; KURTZ; TURCHETTI e HENRIQUES, 2007).

Diante destas duas propostas para representação do conhecimento, a questão que foi investigada na pesquisa é, como realizar a conversão automatizada e eficaz dos Mapas Conceituais para Mapa de Tópicos? Tendo como hipótese, a possibilidade do desenvolvimento de um modelo para realizar a conversão.

Sendo assim o objetivo geral foi propor um modelo para realizar a conversão do Mapa Conceitual em Mapa de Tópicos. Consequentemente, os objetivos específicos foram gerados na seguinte sequência:

- a) Estudar as relações entre os mapas conceituais e mapa de tópicos;
- b) Desenvolver o software, baseado no modelo elaborado e preconizado;
- c) Realizar os testes da eficácia do modelo preconizado;

Diante do panorama apresentado e a proposta elaborado, pode-se supor que este trabalho entrega uma contribuição acadêmica, ora visto que os Mapas Conceituais que já foram criados, podem ser convertidos em Mapa de Tópicos,

o que abre espaço para a utilização em sistemas de informação de maneira íntegra e regulamentada.

Com o propósito da metodologia exploratória foram realizadas consultas a fim de embasamento teórico para se aprofundar nos assuntos correlatos, em seguida utilizando as boas práticas da Engenharia de *Software*, deu-se início ao desenvolvimento da ferramenta, a fim de validar o modelo proposto, com uma abordagem quantitativa e com estudo comparativo entre os mapas.

Para elaboração do Mapa de Tópicos que é o resultado final após a conversão do Mapa conceitual submetido, este trabalho acadêmico, sugere a utilização da notação XTM 1.0, essa síntese foi desenvolvida baseada no XML, especificamente para o Mapa de Tópicos (ISO, 2001).

No repositório do *GitHub*¹ e na mídia de CD entregue à Biblioteca do Instituto Federal Baiano Campus Catu, serão encontrados todos os resultados, desde a elaboração dos Mapas Conceituais até o resultado final da conversão, o Mapa de Tópicos.

¹ <https://github.com/nelsonanjos/ADMCTM>

2. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Problemas como o grande crescimento de informações na Rede Mundial de Computadores (WWW), a falta de organização para gerar conhecimento, como representar esse conhecimento após ser organizado e como automatizar esse processo, tem se tornado um grande desafio do século XXI (CARMO, 2008).

“(...) a informação é fundamental no apoio às estratégias e processos de tomadas de decisão” (BEUREN, 1998, apud PAPA FILHO E VANALLE, 2002).

O uso das representações do conhecimento como MT e MC possibilitam a representação e facilidade de aprendizado, formas de organizar os materiais de estudo, técnica de planificação para fins pedagógicos, simplificar a análise de problemas complexos, que precisam serem repartidos, para ser solucionados. (LIBRELOTTO; LOPES; KURTZ; TURCHETTI e HENRIQUES, 2007).

O Mapa de Conceitos, se encontra destacado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968). Os Mapas de Conceitos foram usados, pela primeira vez, há mais de quatro décadas, por Novak (1977), que os defendia pelas suas várias funções simultâneas: como recurso de auto aprendizagem ao dispor dos alunos e professores; como método para encontrar e explicitar significado para os materiais de estudo; e como estratégia que estimula a organização dos materiais de estudo. Os MC são, para Joseph Novak (1977), uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento (NOVAK, 1977).

Já o Mapa de Tópicos é uma representação de maneira implícita e codificada, pensada para o uso em sistemas computacionais, sendo possível armazenar as informações contidas de maneira regulamentada na ISO 13250, apresentando a possibilidade de ser reutilizado em outras formas de representação como redes semânticas, mapas conceituais e mapas mentais. A grande vantagem que é oferecida pelo MT é sua regulamentação e além de receber todos os benefícios do MC, ele foi pensado e criado para funcionar em sistemas computacionais, assim a informação se mantém íntegra e pode ser reutilizada entre diferentes mapas de tópicos, mesmo que os tópicos da pesquisa estejam armazenados em locais diferentes na Web. Outro fator importante é sua utilização da linguagem XML que melhora o desempenho da busca pelos metadados, quando aplicada à busca otimizada. Em 2001 a *XML Topic Maps*

(XTM) foi desenvolvida, a fim de ser facilmente difundida no ambiente da internet, fazendo com que a tratativa dos meta dados possam ser manipuladas de forma sucinta (*TopicMaps.Org Authoring Group*, 2000).

Uma vez que o MC é elaborado, dentre as pesquisas que foram realizadas não foi encontrado algum modelo ou ferramenta que o converta em um MT de maneira automatizada, sendo assim é necessário o trabalho manual para a conversão, fazendo com que o trabalho seja massivo e propenso a falhas de erros humanos, no processo.

3. OBJETIVOS

Elaborar um modelo automatizado para conversão do Mapa Conceitual em Mapa de Tópicos, conforme a regulamentação da ISO 13250. A seguir estão os objetivos específicos deste projeto:

- a) Estudar as relações entre os mapas conceituais e mapa de tópicos;
- b) Desenvolver o software, baseado no modelo elaborado e preconizado;
- c) Realizar os testes da eficácia do modelo preconizado;

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo foram apresentados a definição e importância dos sistemas de representação do conhecimento, mapa de tópicos e mapa conceitual, referenciados de autores que desenvolveram ou colaboraram com os conceitos apresentados, a fim de embasar e creditar este trabalho acadêmico. Inicialmente vamos entender o que é o conhecimento na subseção a seguir.

4.1. CONHECIMENTO

Neste capítulo será abordado uma breve definição do que é conhecimento na visão dos autores Santos (2013), Ausubel (2003), Danveport (1999). Para introduzir esse capítulo se faz necessário realizar uma rápida abordagem sobre os conceitos do que é dado, informação e conhecimento, que apesar da proximidade entre os termos não se pode confundi-los.

Segundo Danveport (1999) dados são simples observações sobre o estado do mundo e são facilmente estruturados, a informação são os dados dotados de relevância e propósito, por isso exige consenso em relação ao significado, já o conhecimento é a informação valiosa da mente humana e inclui reflexão, síntese, contexto, e é de difícil estruturação (DAVENPORT, PRUSAK - 1998 - p.18 apud VALENTIM, 2002).

Segundo Santos (2013), o conhecimento é um recurso que agrega valor. É perceptível a sua importância à sociedade, ela não é adquirida de uma forma inesperada, mas através de uma construção de valores de experiências.

“O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.” (AUSUBEL, 2003).

Para Woolf (1990), “Conhecimento é informação organizada aplicada à resolução de problemas”.

“conhecimento é uma mistura fluída de experiência condensada, valores, informação contextual e insight experimentado, a qual proporciona uma estrutura para avaliação e incorporação de novas experiências e informações.” (DAVENPORT, 1999).

A busca pelo conhecimento e organização dele, é bastante importante, pois é um dos passos para evolução de uma sociedade (SANTOS, 2013).

Com base nos autores e suas colocações, é possível entender que, para adentrar no tema conhecimento é necessário compreender que um dado é considerado como um elemento bruto extraído de simples observações sobre o estado do mundo, que pode se transformar em informação através de uma conjunção dos dados de forma organizada com relevância e propósito, até alcançar a abordagem do conhecimento que é adquirido através da reflexão humana, com síntese e contexto das informações valiosas organizadas. É através da construção de valores de experiência que é possível alcançar o conhecimento (SANTOS, 2013), isso significa que o mesmo não pode ser adquirido de forma inesperada, mas com a lapidação e organização das informações valiosas.

4.2 SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

Neste capítulo será apresentado do que se trata os sistemas de representação do conhecimento, na visão dos autores Moura (1996), Lima (2020), Lévy (1993) e Rover (1999). Após a leitura deste capítulo será possível ter uma noção do quanto esses sistemas auxiliam na didática para estruturar os dados, as informações, alcançar o conhecimento e por fim retransmitir de forma simplificada.

Para Mora (1996, p. 629), em seu Dicionário de Filosofia, refere-se ao conceito de “representação” como “[...] *diversos tipos de apreensão de um objeto intencional*” (apud LIMA, 2020).

“Uma representação de uma situação é a tradução desta situação em um sistema, que compreende não só um vocabulário que dá nomes às coisas e às relações, mas também as operações que podem ser realizadas sobre elas, e os fatos e restrições acerca dessas coisas. Um esquema de representação permite descrever.” (ROVER, 1999).

Com os sistemas de representação do conhecimento, torna-se possível manifestar ideias e repassá-las, de uma certa forma, organizada, podendo progredir seu amadurecimento.

Não poderíamos deixar de falar sobre a Organização do Conhecimento que se encontra ligada diretamente à modelagem de um domínio de

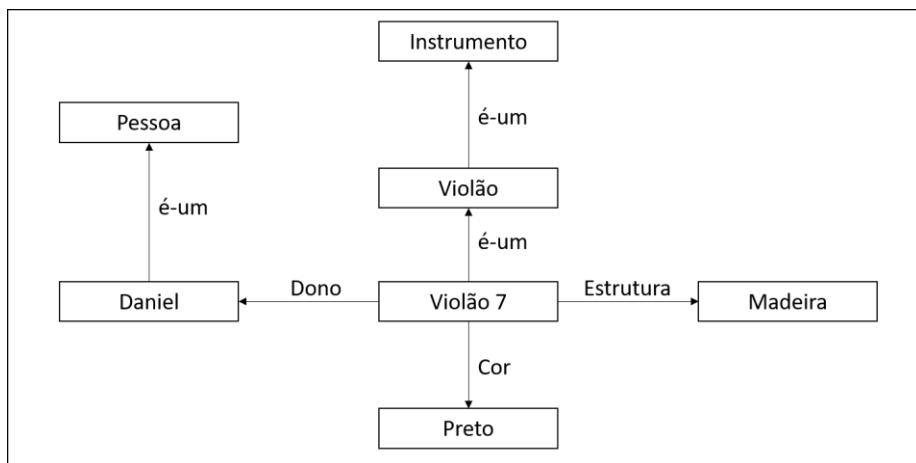
conhecimento com intuito de construir as representações do conhecimento (LIMA, 2020).

Para Lévy (1993), “*Graças à simulação de modelos mentais, o cognitivo introjeta parcialmente os sistemas de representação e os algoritmos operativos cujo uso foi por ele.*”.

A rede semântica é uma forma explícita de um sistema de representação do conhecimento, a sua origem era representar os significados de palavras da língua inglesa, inspirada no modelo psicológico da memória humana associativa.

A Figura 1, a seguir ilustra um exemplo de rede semântica.

Figura 1 – Representação de uma rede semântica



Fonte: Autor.

Na ilustração da Figura 1, podemos perceber que a rede semântica está representando um instrumento e seu dono, onde as setas **é-um** demonstram a herança de propriedades, já para a demonstração do domínio, são as setas **Dono, Estrutura e Cor**.

Enxerga-se claramente as associações que são feitas de modo explícito, ou seja, o que é de relevante para o entendimento de quem observa a rede e suas ligações, deve ficar claro do que se trata (ROVER, 1999).

4.3. DIFUSÃO DO CONHECIMENTO

Neste capítulo será denotado na visão dos autores Ausubel (2006) e Tavares (2007) de que forma o conhecimento pode ser difundido, trilhando a análise do que é dado, informação até alcançar o conhecimento, segundo o que foi apresentada no subtópico 4.2 anteriormente.

Para Ausubel (2006), o conhecimento pode ser representado e difundido em um formato de mapa, dentre esses mapas, o mapa conceitual é uma ferramenta que auxilia o indivíduo em busca do conhecimento de um determinado assunto. Quando o aluno busca o conhecimento em um aprendizado individual, a formação do padrão professor e aluno se transforma em uma troca de informações, onde o aluno terá suas dúvidas elaboradas de uma forma melhor (AUSUBEL, 2006).

“O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem. Caso ele não consiga encontrar as respostas nas consultas ao material instrucional, ele ainda assim terá conseguido ter clareza sobre as suas perguntas, e desse modo já terá encaminhado a sua aprendizagem de maneira conveniente e segura. Pois quando se tem clareza das perguntas, ou das dúvidas, é mais fácil procurar ajuda de pessoas mais experientes.” (TAVARES, 2007, p. 74).

Para Tavares (2007) a utilização de um sistema de representação do conhecimento para sua difusão sobre determinado assunto, é importante para que o indivíduo seja autônomo em sua busca pelo aprendizado, instigando-o a realizar pesquisas externas dos conceitos supracitados, em diversas fontes e até pessoas mais experientes, com o propósito de agregar mais valor em ao conhecimento.

Nos subtópicos a seguir serão apresentados dois sistemas de representação do conhecimento que serão comparados, com intuito de tornar possível as diferentes visões de cada representatividade.

4.4. MAPA CONCEITUAL

Embásado nos conceitos de Novak (1984) este capítulo apresenta a definição do que é o Mapa Conceitual, seguido dos fundamentos de Moreira (2010), Correia e colaboradores (2008) e Tavares (2007) transpondo a importância da utilização desse sistema de representação do conhecimento.

De acordo com Novak (1984), os mapas conceituais são uma forma de representar o conhecimento, que está sendo adquirido ao decorrer e após um estudo realizado por um indivíduo, através de um diagrama, utilizado como uma ferramenta organizacional, seguido de conceitos e preposições, sendo que os conceitos são representados por termos, e esses termos são palavras curtas e são ligados de forma hierárquica, já as preposições são representadas com verbos conjugados.

Segundo Moreira (2010), os mapas conceituais podem ser utilizados como forma tanto para o ensino, quanto para o aprendizado.

Para Correia e colaboradores (2008), o uso do mapa conceitual, colabora para que, individualmente, os estudantes possam construir seu conhecimento, aprendendo de maneira significativa. Conforme vão avançando na construção da percepção do conhecimento, mapear os conceitos, facilita essa estruturação.

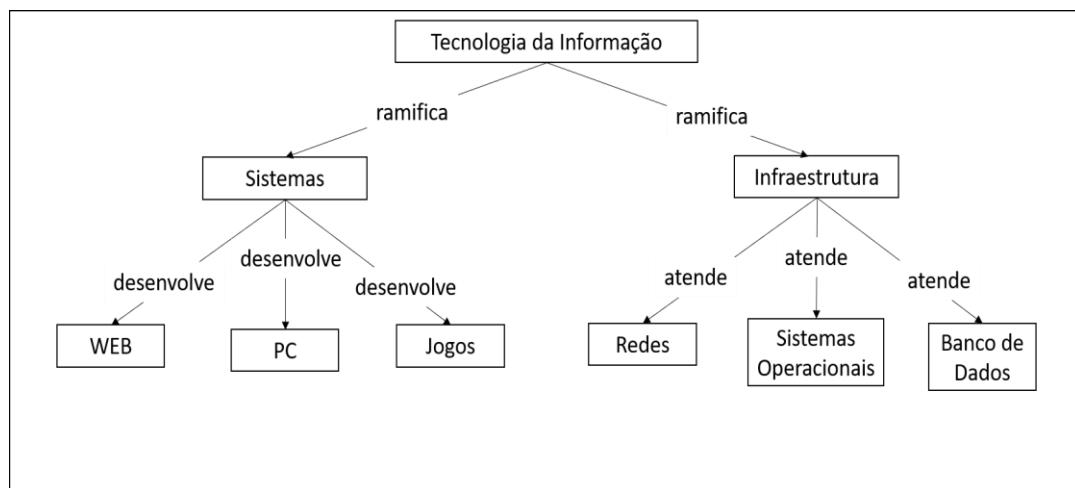
“O mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Ele é considerado como um estruturador do conhecimento, na medida em que permite mostrar como o conhecimento sobre determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu autor, que assim pode visualizar e analisar a sua profundidade e a extensão. Ele pode ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados, pois explicita como o autor entende as relações entre os conceitos enunciados. O mapa conceitual se apoia fortemente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que menciona que o ser humano organiza o seu conhecimento através de uma hierarquização dos conceitos.” (TAVARES, 2007, p.2).

Segundo Tavares (2007), o que auxilia no ensino e aprendizado, é o poder ir e voltar entre os conceitos anotados no mapa, que de maneira hierárquica, induz o indivíduo a buscar outros meios de consulta para embasar sua leitura e busca pelo conhecimento. Os conceitos podem ser escritos de forma simplificada, e o leitor pode utilizá-los como palavras chave nas suas consultas,

em livros, revistas e até outros indivíduos, com potencial e capacidade, para auxiliar essa busca na formação do seu conhecimento.

A seguir está a Figura 2, representando um mapa conceitual, que tem como conceito principal, os ramos de trabalho da área da Tecnologia da Informação.

Figura 2 – Mapa Conceitual, que tem como assunto os ramos de trabalho da Tecnologia da Informação.



Fonte: Autor.

Em um mapa hierárquico observa-se que, à medida em que vamos realizando a leitura dos conceitos, na ordem em que as setas apontam, lendo também as conexões, de um conceito para o outro, por meio do primeiro conceito, fica perceptível, a finalidade da pesquisa realizada, e como cada conceito é importante na busca pelo aprendizado do assunto (TAVARES, 2007).

4.5 MAPA DE TÓPICOS

Segundo a Organização Internacional para Padronização (ISO, 2001), o MT é uma tecnologia para codificar conhecimento e conectar esse conhecimento codificado a recursos de informação relevantes. Ele é um modelo semântico para representação de rede de mapas de conhecimento com sua estrutura regulamentada na norma da ISO/IEC 13250, onde é possível relacionar tópicos de um determinado assunto, a fim de organizar computacionalmente, utiliza a linguagem de marcação XML ou, do inglês, Linguagem de Marcação Extensível, que é um formato universal usado para elaborar arquivos de forma estruturada. Com embasamento na W3C (2015), serão apresentados a seguir algumas vantagens de utilizar o XML:

a) Redundância

A marcação XML é muito detalhada. Por exemplo, cada *tag* final deve ser fornecida, como `</description>` no exemplo. Isso permite que o computador detecte erros comuns, como aninhamento incorreto.

b) Auto descriptivo

A legibilidade do XML (é um formato baseado em texto) e a presença de nomes de elementos e atributos em XML significa que as pessoas que consultam um documento XML podem muitas vezes obter uma vantagem inicial na compreensão do formato (e também ajuda as pessoas a encontrar erros).

c) Efeito de rede e a *promise XML*

Qualquer documento XML pode ser lido e processado por qualquer ferramenta XML. É claro que algumas ferramentas XML podem querer uma marcação XML específica, mas o próprio formato XML pode ser lido por qualquer analisador XML: você não pode dizer que esse documento XML deve ser processado apenas por tal e tal ferramenta.

Isso significa que cada novo documento XML aumenta o valor de qualquer outro documento XML e de cada ferramenta XML, e cada nova ferramenta XML aumenta o valor de cada documento XML e, portanto, de todas as outras ferramentas. Hoje, o XML é o formato mais usado desse tipo em qualquer lugar do mundo. (W3C, 2015, tradução nossa).

Podemos considerar que a estrutura principal de um MT é organizada da seguinte forma:

- a) Tópicos, define-se como a estrutura base e onde está presente o assunto principal;
- b) Associações, são os relacionamentos entre os tópicos;
- c) Ocorrências, onde são definidas as propriedades para um tópico.

É possível encontrar todos os padrões que compõem um MT, na segunda edição da ISO/IEC 13250² (2002), presentes também em *TopicMaps.Org*³.

Para Rath (2003), os mapas de tópicos são projetados para gerenciar o excesso de informações, são o próximo passo lógico em direção a uma *Web* semântica.

Outra vantagem em utilizar o Mapa de Tópicos, é a possibilidade de armazenamento, podendo ser reutilizado em qualquer momento, já que seu conceito foi pensado para sistemas de computador, com um padrão regulamentado, utilizando a linguagem XML (*TopicMaps.Org Authoring Group*, 2000).

A conjunção do XML com o *Topic Maps*, resultou no *XML Topic Maps* (XTM), que é uma síntese desenvolvida pelo grupo *TopicMaps.Org Authoring Group* (AG), formado em 2000, por um consórcio independente chamado *TopicMaps.Org*, originalmente presidido por Michel Biezunski e Steven R. Newcomb, e presidido na data de entrega desta especificação por Steve Pepper e Graham Moore (*TopicMaps.Org Authoring Group*, 2000). O XTM tem, dentre dez objetivos especificados pela *TopicMaps.Org*, dois deles são a facilidade de ser reutilizável pela internet e os documentos XTM devem ser legíveis (*TopicMaps.Org Authoring Group*, 2000). A seguir a Figura 3 representa como é um MT, utilizando a síntese da linguagem XTM 1.0:

² <http://xml.coverpages.org/TM-iso13250-2nd-ed-v2.pdf>

³ <https://www.topicmaps.org/>

Figura 3 – Mapa de Tópicos, que tem como assunto os ramos de trabalho da Tecnologia da Informação, na linguagem XTM 1.0.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE topicMap PUBLIC "-//TopicMaps.Org//DTD XML Topic Map (XTM)
1.0//EN" "./xtm1.dtd">
<topicMap xmlns='http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/'
xmlns:xlink='http://www.w3.org/1999/xlink'>
    <topic id="tecnologia_da_informacao">
        <baseName>
            <baseNameString>Tecnologia da Informação</baseNameString>
        </baseName>
    </topic>
    <topic id="infraestrutura">
        <baseName>
            <baseNameString>Infraestrutura</baseNameString>
        </baseName>
    </topic>
    <topic id="sistemas">
        <baseName>
            <baseNameString>Sistemas</baseNameString>
        </baseName>
    </topic>
    <association id="ramifica ">
        <member>
            <roleSpec>
                <topicRef xlink:href="#tecnologia_da_informacao" />
            </roleSpec>
            <topicRef xlink:href="#infraestrutura" />
        </member>
    </association>
    <association id="ramifica ">
        <member>
            <roleSpec>
                <topicRef xlink:href="#tecnologia_da_informacao" />
            </roleSpec>
            <topicRef xlink:href="#sistemas" />
        </member>
    </association>

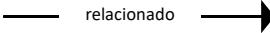
```

Fonte: Autor.

4.6 COMPARAÇÃO ENTRE MAPA DE CONCEITOS E MAPA DE TÓPICOS

A seguir, podemos visualizar no Quadro 1 um comparativo entre as definições utilizadas em cada mapa:

Quadro 1: Relação entre MC e MT utilizando a síntese XTM 1.0.

Mapa Conceitual		Mapa de Tópicos com XTM 1.0	
Definição	Representação	Definição	Representação
Conceito		Tema	<code><topic></code>
Frase de ligação (Relacionamento)		Associação	<code><association></code>
Links hipertextuais associados aos conceitos		Ocorrências	<code><occurrence></code>
Direção na frase de ligação		Funções	
N/A		Nota de escopo	<code><scope></code>
N/A		Nomes	<code><baseName></code>
N/A		Alcance	
N/A		Tipo/instância	<code><instanceOf></code>

Fonte: UNIVERSITAT POMPEU FABRA, 2005, tradução nossa.

Nota: Adaptação do Autor.

Conceito no MC (representado por um quadro) é o Tópico no MT, e ele possui um “*id*”, que é o identificador único de cada tópico, que sem caracteres especiais ou espaços, pode receber o nome do conceito como parâmetro, mas

não podendo ser repetido, podemos utilizar também o “*baseName*” dentro da tag *<topic>* para assumir o papel de título do tópico, recebendo o nome do conceito, vejamos o exemplo abaixo, no Quadro 2:

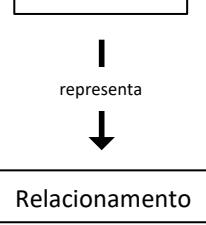
Quadro 2: Comparativo entre conceito do MC com tópico do MT.

Mapa Conceitual	Mapa de Tópicos com XTM 1.0
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Conceito 1</div>	<pre><topic id="Conceito_1"> <baseName> Conceito 1 </baseName> </topic></pre>

Fonte: Autor.

Já o relacionamento no MC, que é a conexão de um conceito para outro, representado por uma seta com o nome do relacionamento, no MT é chamado de associação, representada pela tag *<association>*, e dentro dela encontra-se o *<member>* que são os membros dessa associação, onde o tópico “pai” está dentro da tag *<roleSpec>* e a tag “filho” fica fora, e para referenciar os membros, eles devem estar dentro da tag *<topicRef>*, conforme exemplo no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Comparativo entre relacionamento do MC e associação do MT.

Mapa Conceitual	Mapa de Tópicos com XTM 1.0
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Associação</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Relacionamento</div>	<pre><association id="represents"> <instanceOf> <topicRef xlink:href="#Associacao" /> </instanceOf> <member> <roleSpec> <topicRef xlink:href="#Relacionamento" /> </roleSpec> <topicRef xlink:href="# Relacionamento" /> </member> <member> <roleSpec> <topicRef xlink:href="# Relacionamento" /> </roleSpec> <topicRef xlink:href="#Associacao" /> </member> </association></pre>

Fonte: Autor.

No Anexo G encontra-se uma tabela com uma comparação, extraídos do artigo *DigiDocMap conceptual maps editor and Topic Maps norms* da *Revista Académica Sobre Documentación y Comunicación Interactiva* (ROVIRA, 2005), onde demonstra claramente as diferenças características entre os mapas.

4.7 TRABALHOS CORRELATOS

Esta sessão tem como objetivo apresentar alguns trabalhos correlatos aos mapas conceituais e mapa de tópicos, abordados anteriormente.

Librelotto *et al* (2007) abordam em um caso de estudo um modelo para transposição mecanica entre os mapas, onde o indivíduo que deseja converter, tem que realizar a elaboração do mapa de tópicos baseado no mapa conceitual, analisando os dois mapas, para ao final do projeto utilizar o MT na geração de um navegador web.

Adriani *et al* (2014) apresentam um experimento para summarizar grandes quantidades de informação não estruturada e esquematiza-los em MT. A abordagem empregada utiliza técnicas que possibilitam o reconhecimento de entidades e geração de matrizes de correlação para descoberta do conhecimento. Ao final, os MT permitiram a visualização summarizada das principais palavras chaves mencionadas e sua interligação com outras palavras chaves.

4.8 SOFTWARES PARA DESENVOLVIMENTO DE MAPAS CONCEITUAIS

Dentre os sistemas para a elaboração dos mapas, foi encontrado o *Lucidchart*⁴ que é um sistema *Web* para criação de diversos modelos de mapas.

O *Miro*⁵ que também é um sistema *Web* para elaboração de vários tipos de mapas.

E o *CmapTools*⁶, que tem como abordagem principal a elaboração de Mapas Conceituais, mas a depender do método utilizado, pode sim, gerar outros tipos de mapas, e que inclusive se mostrou mais prático e mais eficaz para auxiliar na metodologia deste trabalho, porém, apesar de ser possível criar vários tipos de mapas, os softwares mencionados anteriormente, até a apresentação deste trabalho, não permitem a conversão automatizada de MC para MT.

⁴ <https://www.lucidchart.com/>

⁵ <https://miro.com/pt/mapa-conceitual/>

⁶ <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>

5. METODOLOGIA

Esse capítulo apresenta qual metodologia foi aplicada no desenvolvimento do conhecimento do objeto de estudo do presente trabalho acadêmico.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ABORDAGEM METODOLÓGICA

A metodologia que foi mais compatível com o tipo da pesquisa aqui apresentada, foi a exploratória com uma abordagem quantitativa e com estudo comparativo, pois envolve tecnologia comparando arquivos XML (o MC exportado do *CmapTools* e o MT convertido pelo ADMCTM) e as regras da ISO 13250.

Para Gil (1999), a pesquisa exploratória tende a ser elaborada, quando o tema é pouco explorado e acaba se tornando difícil o acesso a hipóteses, logo deve aprofundar-se mais nos conceitos preliminares e buscar mais conhecimento para o tema abordado, isso acaba contribuindo para trazer mais lucidez das questões que vão surgindo, sobre o assunto tratado.

Com intuito exploratório, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre difusão e representação do conhecimento, mapa de tópicos e mapa de conceito, para embasar o estudo sobre o objeto final, que é a conversão de MC para MT. Outro levantamento, foi a consulta nos repositórios institucionais acadêmicos (LYNCH, 2003), com propostas semelhantes ao tema abordado, para evitar o plágio e esse trabalho venha trazer uma contribuição científica.

Richardson (1999, p. 70), em suas palavras, define a abordagem quantitativa da seguinte maneira

“Este método caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.”.

Um dos métodos que podemos utilizar para investigar coisas ou fatos para explicá-los através de suas semelhanças e diferenças, é através do método de estudo comparativo (FACHIN, 2001). Para COLLIER (1993), o método comparativo é uma ferramenta fundamental para a análise. Utilizando-se desse método foi possível comparar os dois arquivos MC e MT, após a conversão na

ferramenta proposta neste trabalho, o ADMCTM, seguindo a lógica dos Quadros 1,2 e 3 embasados no referencial teórico e se o resultado final do arquivo XML, atendeu as regras da ISO 13250.

Logo em seguida foi realizado o levantamento de requisitos, para o desenvolvimento da aplicação ADMCTM, utilizando as boas práticas da Engenharia de Software, para ao final submeter os MC a fim de testar a eficácia do modelo. Os métodos para realizar os testes da eficácia do modelo serão apresentados no subtópico 5.2 a seguir, a medida em que forem sendo apresentados as análises dos resultados.

5.2 INSTRUMENTO DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O instrumento de coleta , foram 7 mapas conceituais, considerando como critério duas estruturas diferentes: quando um relacionamento fosse diretamente ligado a um conceito somente, ilustrado na Figura 10 e outra quando um relacionamento tivesse mais de uma ligação com outros conceitos, conforme Figura 11, disponibilizados no repositório do *GitHub*¹ com assuntos de estudo diversificados e mais 6 mapas também conceituais extraídos de outros trabalhos acadêmicos, também disponibilizados no repositório do *GitHub*¹. Em seguida esses mapas foram exportados em um arquivo CXL, na ferramenta *CmapTools*. Logo após os arquivos foram submetidos e convertidos pela aplicação desenvolvida, o ADMCTM, em outro arquivo XML, atendendo a síntese do XTM e as regras da ISO 13250, já especificadas no sub tópico 4.5 e ilustrado na Figura 3.

No primeiro momento, foram observados se os resultados dos MC estavam condizentes com os conceitos de Novak (1984), apresentados no subtópico 4.4, e se os MT estavam condizentes com a ISO 13250 com a síntese XTM 1.0.

Em seguida, baseando-se na demonstração dos Quadros 1, 2 e 3 para realizar o método comparativo, iniciou-se a análise entre os mapas gerados, onde cada Conceito no MC deveria equivaler a um tópico no MT e cada Relacionamento do MC iria equivaler a uma Associação no MT. Foi avaliado também os casos onde um Relacionamento tivesse mais de um Conceito ligado, onde para cada comparação equivalente, também seria somado mais um ponto

nessa análise, para o cálculo de assertividade, frisando que, ao exportar o MC na ferramenta *CmapTools* no arquivo de formato CXL, onde para cada Conceito ou Relacionamento era gerado um identificador único (id), conforme nas Figuras 4 e 5. Este identificador único, foi utilizado para a identificação nos Tópicos e Associações dos MT, conforme representação nas Figura 6 e 7. E ele também foi utilizado como base na comparação de cada um destes itens entre os mapas.

Figura 4: Exemplo de Identificador Único do conceito do MC em formato CXL grifados.

```
<concept id="1YCJ9BNT2-12L6C42-6QY" label="Emo&#xe7;&#xe3;o e &#xa;Sentimento"/>
<concept id="1YCJ9BZ80-19MXZ7Q-6SK" label="Valor do bem&#xa;e do mal"/>
<concept id="1YCJ99HHX-1Y9W09Q-6MF"
label="Pol&#xed;tica&#xa;Liberdade&#xa;Democracia"/>
```

Fonte: Autor, 2022.

Figura 5: Exemplo de Identificador Único de um relacionamento do MC em formato CXL grifados.

```
<connection-list>
  <connection id="1YBJP8JKY-11H683-81G" from-id="1YBJP8JKY-1C5P589-815" to-
id="1YBJP8JKX-44W93B-812"/>
  <connection id="1YBJPLKMH-1MTQFQL-8QP" from-id="1YBJPHFR4-1W3VMXC-8HG"
to-id="1YBJPLKMG-JSRBD9-8QL"/>
```

Fonte: Autor, 2022.

Figura 6: Exemplo de Identificador Único de um tópico do MT grifado.

```
<topic id="1YCJ9BNT2-12L6C42-6QY ">
<instanceOf>
  <topicRef xlink:href="#1YCJ9BNT2-12L6C42-6QY"/>
</instanceOf>
<baseName>
  <baseNameString>O design dos produtos deve inspirar-se na natureza</baseNameString>
</baseName>
</topic>
```

Fonte: Autor, 2022.

Figura 7: Exemplo de Identificador Único de uma associação do MT grifado.

```

<association id="1YBJP8JKY-11H683-81G">
<instanceOf>
  <topicRef xlink:href="#1YBJP8JKY-11H683-81G" />
</instanceOf>
<member>
  <roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#1YCJ9BNT2-12L6C42-6QY" />
  </roleSpec>

```

Fonte: Autor, 2022.

Para cada acerto na comparação de Conceitos x Tópicos, Relacionamentos x Associações, foi somado a um ponto (P), e ao final foi realizado um cálculo de proporção utilizando a regra de três para traduzir em porcentagem, o quanto de assertividade a ferramenta teve na conversão. A seguir nas Figuras 8 e 9, as fórmulas do cálculo:

Figura 8 – Cálculo utilizado para porcentagem dos conceitos x tópicos.

$$(P \cdot 100) / C$$

Onde:

C = Quantidade de Conceitos

P = Quantidade de pontos de assertividade

Fonte: Autor, 2022.

Figura 9 – Cálculo utilizado para porcentagem dos relacionamentos x associações.

$$(P \cdot 100) / R$$

Onde:

R = Quantidade de Relacionamentos

P = Quantidade de pontos de Assertividade

Fonte: Autor, 2022.

Está disponibilizado no Apêndice A, a ordem de como o experimento, a coleta e a avaliação dos resultados foram realizados.

A seguir o Quadro 4 encontra-se um levantamento dos resultados, analisados, seguindo a metodologia já apresentada anteriormente, resultando no total de Conceitos, Tópicos, Relacionamentos e Associações que tiveram assertividade, separados por assunto da elaboração dos mapas:

Quadro 4: Total de Conceitos, Tópicos, Relacionamentos e Associações dos mapas.

Assunto	Qtd. Conceitos (MC)	Qtd. Tópicos (MT)	Qtd. Relac. (MC)	Qtd. Assoc. (MT)
Axiologia	12	12	11	9
Clareza instrucional	16	16	15	15
Dinâmica dos sistemas físicos	11	11	10	10
Economia Circular	18	18	18	7
Educação	17	17	19	13
Engenharia de Software	33	33	44	18
Fenômenos Térmicos	14	14	24	23

IF Baiano	18	18	18	11
Mapa de Tópicos	16	16	17	13
Mapas Conceituais	15	15	15	10
Ramos da TI	28	28	27	27
Realidade	18	18	21	19
Redes de Computador	38	38	37	37

Fonte: Autor, 2022.

A seguir, será apresentado no Quadro 5 as porcentagens de assertividade, utilizando o cálculo apresentado nas Figuras 8 e 9, comparando Conceitos com Tópicos e Relacionamentos com Associações, também separados por assunto:

Quadro 5: Comparativo para representação da assertividade em porcentagens.

Assunto	Conceito	Relacionamento
	x Tópico	x Associação
Axiologia	100%	81,81%
Clareza instrucional	100%	100%
Dinâmica dos sistemas físicos	100%	100%
Economia Circular	100%	38,88%
Educação	100%	68,42%
Engenharia de Software	100%	40,90%
Fenômenos Térmicos	100%	95,83%

IF Baiano	100%	61,11%
Mapa de Tópicos	100%	76,47%
Mapas Conceituais	100%	66,66%
Ramos da TI	100%	100%
Realidade	100%	90,47%
Redes de Computador	100%	100%

Fonte: Autor,2022.

A seguir encontram-se o Quadro 6 com a média de assertividade de cada mapa, considerando a comparação de Conceito e Tópico com Relacionamento e Associação:

Quadro 6 – Porcentagem da média de assertividade dos mapas.

Assunto	Média de Assertividade em %
Axiologia	90,90%
Clareza instrucional	100%
Dinâmica dos sistemas físicos	100%
Economia Circular	69,44%
Educação	84,21%

Engenharia de Software	74,95%
Fenômenos Térmicos	97,91%
IF Baiano	80,55%
Mapa de Tópicos	88,23%
Mapas Conceituais	83,33%
Ramos da TI	100%
Realidade	95,23%
Redes de Computador	100%

Fonte: Autor, 2022.

Com o resultado das comparações do Quadro 5, foi realizado um cálculo para encontrar a média de assertividade do modelo proposto. Então, foi somado todos os valores de porcentagem das colunas do comparativo entre Conceitos e Tópicos e do comparativo entre Relacionamento e Associações, dividindo-os pela quantidade de experimentos (mapas submetidos à conversão) realizados, a seguir segue o Quadro 7 com os resultados dividido pelas duas comparações:

Quadro 7 – Resultado da média das comparações.

Conceito x Tópico	Relacionamento
	x Associação
100%	70,81%

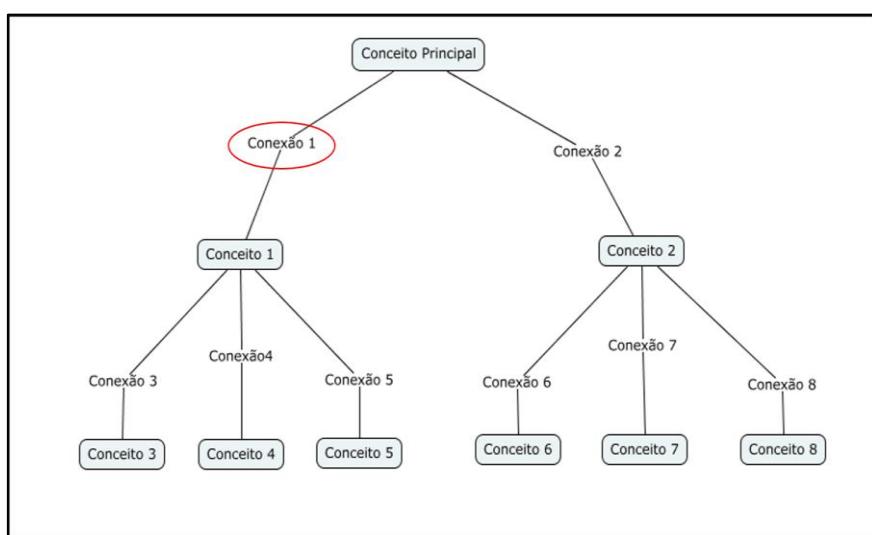
Fonte: Autor, 2022.

Para concluir, foi realizado o cálculo para coletar a média de toda assertividade do modelo, somando os dois resultados do Quadro 7, e dividindo

por dois, que é a quantidade dos resultados, nesse cálculo foi apresentado uma média (85,4%) de assertividade, na conversão de todos os mapas convertidos.

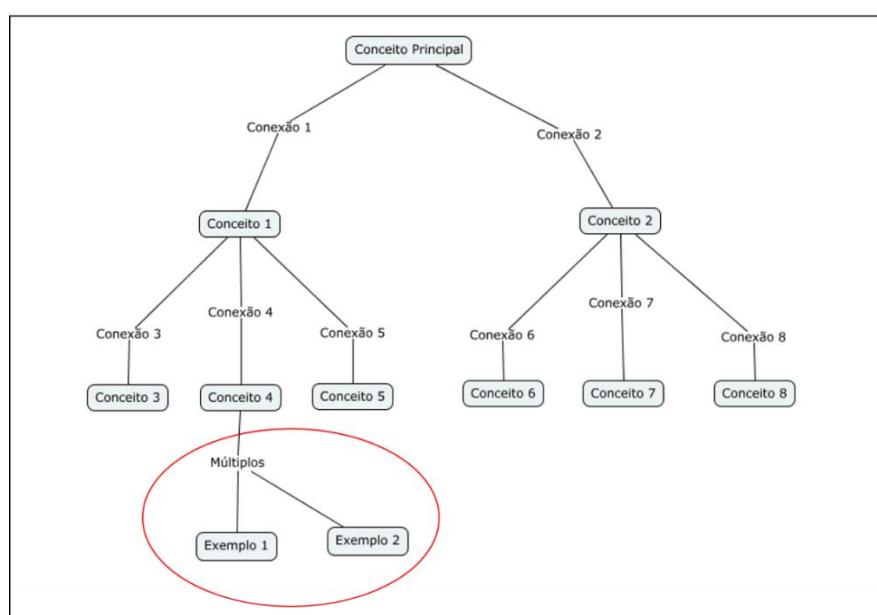
Nesta feita foi realizado um levantamento, para entender porque a ferramenta de conversão, não atingiu um resultado de (100%) de assertividade. Analisando os MC, foram encontrados dois tipos de padrão: O primeiro, era quando o Relacionamento tinha apenas uma conexão para cada Conceito, e o segundo era quando o Relacionamento tinha mais de uma conexão para vários Conceitos, conforme as Figuras 10 e 11, a seguir:

Figura 10 – Estrutura do MC de Relacionamentos com uma conexão para cada Conceito.



Fonte: Autor,2022.

Figura 11 – Estrutura do MC de Relacionamentos múltiplas conexões para mais de um Conceito.



Fonte: Autor,2022.

A seguir será apresentado o Quadro 8, para demonstrar como o levantamento mencionado levou a essa conclusão, separando os mapas por assunto:

Quadro 8 – Levantamento dos padrões dos MC de conexão com os Relacionamentos

Assunto	Possui um Relacionamento com mais de uma conexão?	Possui os Relacionamentos com apenas uma conexão?	Obteve (100%) de assertividade?
Axiologia	S	N	N
Clareza instrucional	N	S	S
Dinâmica dos sistemas físicos	N	S	S
Economia Circular	S	N	N
Educação	S	N	N
Engenharia de Software	S	N	N
Fenômenos Térmicos	S	N	N
IF Baiano	S	N	N
Mapa de Tópicos	S	N	N
Mapas Conceituais	S	N	N
Ramos da TI	N	S	S
Realidade	S	N	N
Redes de Computador	N	S	S

Fonte: Autor, 2022.

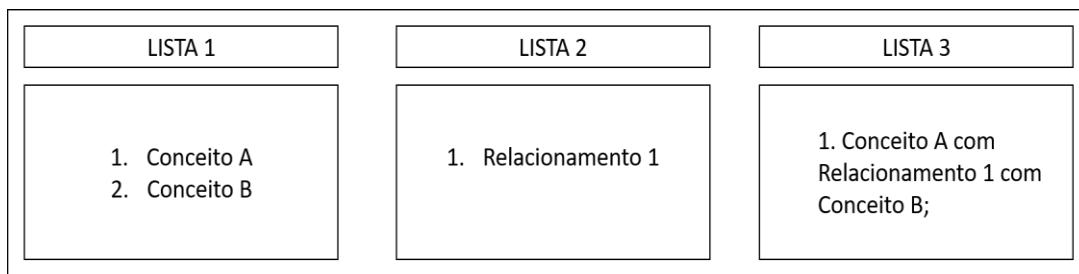
5.3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Após as consultas por embasamento teórico que contribuísse para o conhecimento necessário, foi criado um modelo, que realizasse a conversão dos mapas. Esse modelo foi constituído da seguinte forma:

O arquivo XML exportado do *CmapTools*, segue um padrão entre os conceitos e suas conexões, o primeiro passo foi a conversão do padrão XML em formato de *Javascript Object Notation* (JSON), pois foi o formato que se apresentou mais prático para o próximo passo da análise e elaboração do modelo.

O modelo preconizado consiste em separar os conceitos e relacionamentos do MC em três listas de armazenamento na *Random Access Memory* (RAM). A primeira lista contém os conceitos, a segunda lista contém as conexões e a terceira e última lista, contém as ligações entre o conceito A, o Relacionamento 1 e o conceito B, como demonstrado a seguir na Figura 12:

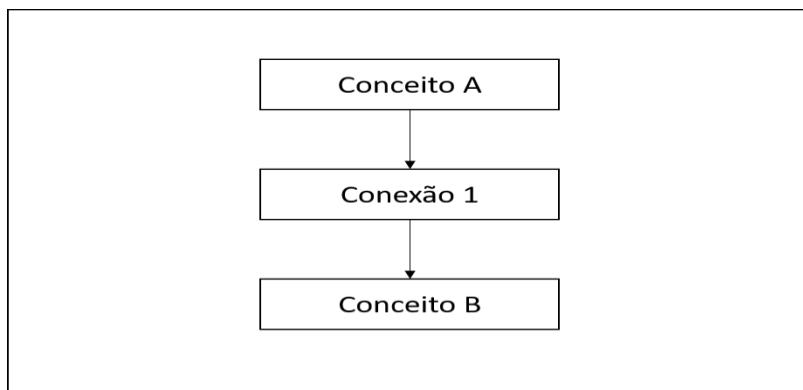
Figura 12 – Representação das listas de conceitos e conexões.



Fonte: Autor, 2022.

Em uma representação, num formato de mapa, o modelo apresentado acima resultaria na forma demonstrada na Figura 13, a seguir:

Figura 13 – Representação de um mapa para exemplificar o modelo elaborado.



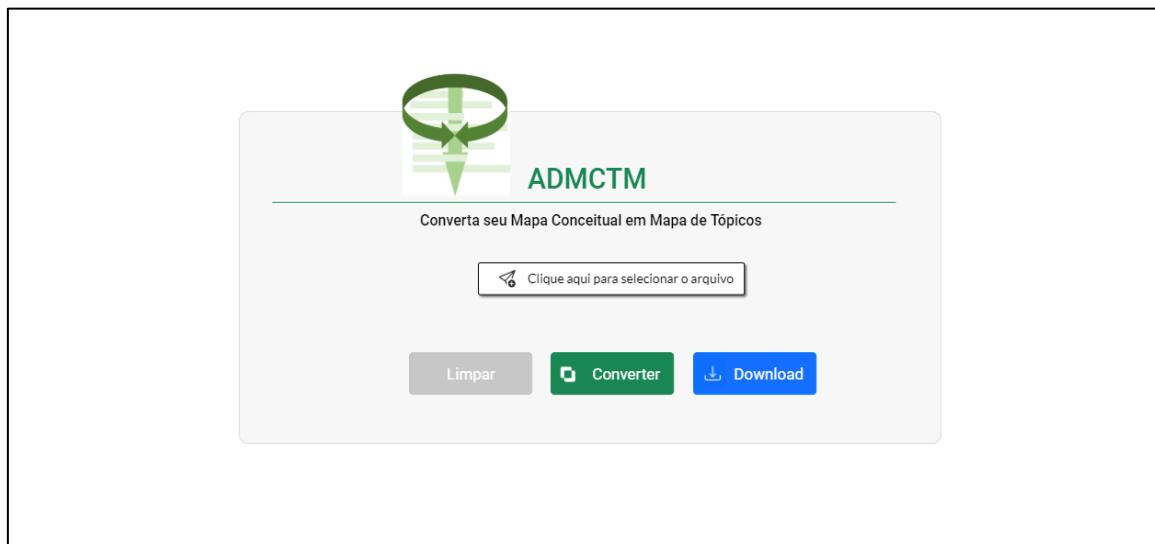
Fonte: Autor, 2022.

Após a verificação e separação das listas, o próximo passo foi realizar a escrita de um arquivo em formato XML, no padrão da ISO 13250, utilizando a síntese do XMT (explicado no tópico 4.5), equivalente os conceitos do MC nos tópicos do MT (e conceitos nesse momento quer dizer, o termo que é usado para definir um nó no mapa), e as conexões do MC em associações do MT.

5.4. DESIGN DO PROTÓTIPO DE TELAS

A tela apresentada a seguir na Figura 14, foi elaborada no *Pencil*, que tem como objetivo, de ser uma ferramenta gratuita de código aberto para prototipagem. Esse ambiente fornece uma gama de formatos e objetos semelhante a aplicações de desenvolvimento para *Web*.

Figura 14 – Protótipo da tela da aplicação ADMCTM.



Fonte: Autor, 2022.

A aplicação foi nomeada de ADMCTM, que tem como acrônimo Antes e Depois do Mapa de Conceito em *Topics Map*, em virtude de que teremos o antes e depois dos mapas de conceitos submetidos na conversão para mapa de tópicos.

Como a proposta é de que a aplicação fosse a mais prática possível, só possui uma tela, que é onde o usuário seleciona o arquivo do mapa de conceitos, converte e baixa o arquivo como um mapa de tópicos.

5.5. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Neste presente tópico, foi reservado um espaço para detalhar como o software foi desenvolvido na prática, utilizando-se das boas práticas da engenharia de software como levantamento de requisitos, especificação e validação, aprendidos no decorrer do curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Aqui também serão detalhadas as tecnologias utilizadas, levantamentos de requisitos, e toda documentação que compõe o projeto.

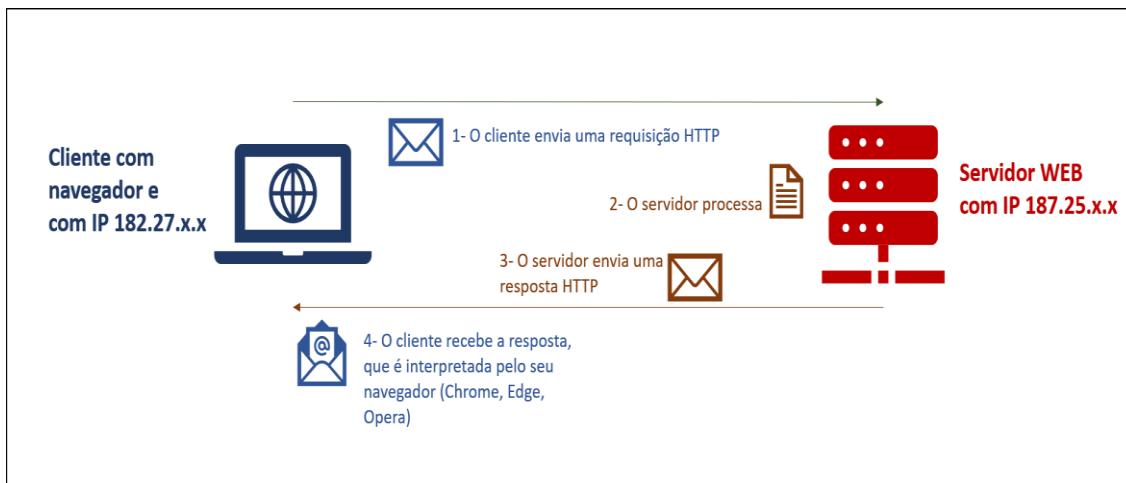
As etapas para o desenvolvimento do projeto, foram realizadas da seguinte maneira:

- 1- Levantamento e análise de requisitos;
- 2- Desenvolvimento do protótipo da tela;
- 3- Desenvolvimento do software.

Na primeira fase, foi observado que o objetivo do projeto era de ser simples, de uso e desenvolvimento prático e que sua arquitetura atendesse ao conceito de ser multiplataforma, podendo atender aos diversos Sistemas Operacionais como *Windows*, *macOS* e *Linux*. Foi perceptível que a Linguagem de Programação *Web* seria bastante útil para atender a arquitetura do projeto.

A Linguagem de Programação *Web*, que tem em sua característica, funcionar da seguinte maneira: de um lado o cliente e do outro o servidor, onde o cliente envia uma requisição com Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP) para o endereço de Protocolo de Internet (IP) do servidor, que devolve a requisição com uma resposta de arquivos contendo códigos, que são interpretados pelos navegadores, exibindo como resultado uma tela ou realizando o *download* de um arquivo. A Figura 15 a seguir demonstra como funciona esse fluxo:

Figura 15 – Imagem correspondente à funcionalidade da requisição com protocolo HTTP entre cliente e servidor.



Fonte: Autor, 2022.

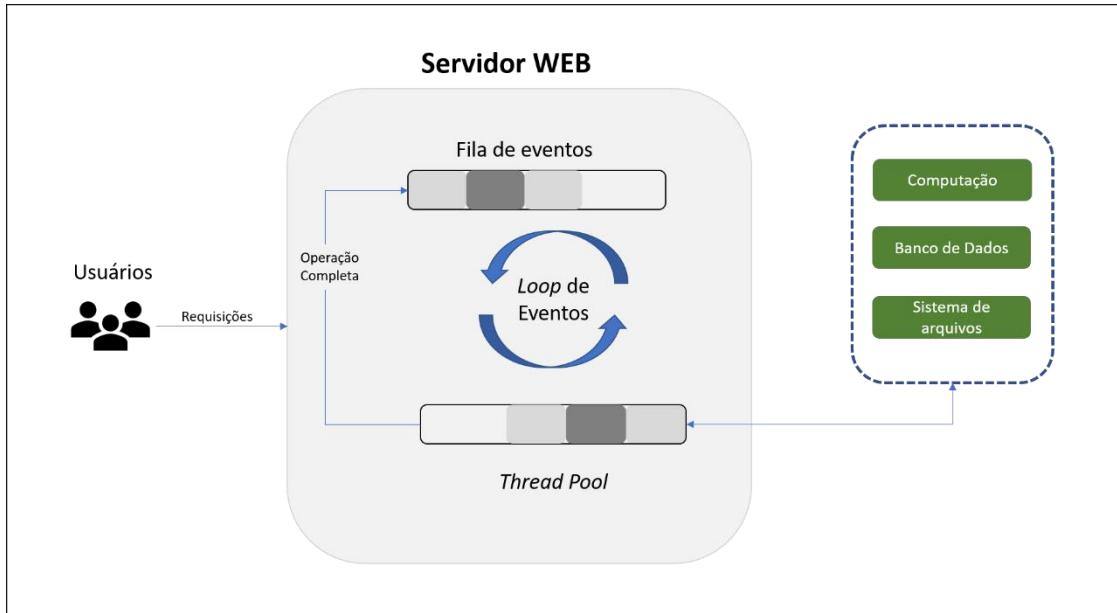
A Linguagem de Programação *JavaScript*, foi escolhida para o desenvolvimento, que atualmente se encontra em primeiro lugar no relatório do *Octoverse* de 2021, é assim que é conhecido o relatório que traz as principais linguagens de programação mais utilizadas ao longo dos anos, foi então, selecionada para o desenvolver o lado do servidor. Após a linguagem de programação ser escolhida, a plataforma *Node.js* foi selecionada para estruturar o lado do servidor.

Tilkov e Vinosk (2010), diz que o *Node.js*:

“É uma estrutura para desenvolver programas simultâneos de alto desempenho que não dependem da abordagem multithreading convencional, mas usam E/S assíncrona com um modelo de programação orientado a eventos. (TILKOV E VINOSK, 2010).

O *Node.js* desempenha um ótimo papel, para que as requisições evitem travamentos no lado do servidor, já que ele trabalha com a *Thread Pool* (um tipo de espaço reservado, com diversas tarefas, aguardando um trabalho a fazer) de forma assíncrona, e somente quando a operação daquela requisição estiver completa, que é enviado uma ação para a fila de eventos, caso contrário a resposta para o usuário é que sua requisição foi mal sucedida. A seguir, a Figura 16, ilustra a arquitetura do *Node.js*:

Figura 16 - Arquitetura do *Node.js*.



Fonte: Autor, 2022.

Já no lado do cliente, foi selecionada a linguagem de programação *TypeScript*, que é uma linguagem de código aberto, desenvolvida pela *Microsoft* (Empresa de softwares, fundada em 1975, por Bill Gates), sendo um subconjunto sintático estrito da *JavaScript*.

E para desenvolver a interface gráfica, foi utilizado o *framework ReactJS*, que nada mais é que uma biblioteca criada e mantida pela empresa *Facebook, Inc.* atualmente com o nome de *Meta, Inc.*

O *ReactJS* é uma biblioteca de *JavaScript*, e é de código aberto, onde sua principal função é criar interfaces de usuários, dando mais praticidade no gerenciamento dos estados do Modelo de Objeto de Documento (DOM), que é uma interface de programação voltada para documentos HTML e XML, invés de precisar atualizar toda a página, para alterar o estado de um componente somente, o *ReactJS* usa o recurso de atualizar somente o componente especificado, diminuindo o uso de recursos e requisições desnecessárias.

Com as linguagens, o *framework* e a plataforma, selecionados, agora foi escolhida a ferramenta para o desenvolvimento do código fonte do projeto, que foi o *Visual Studio Code*, que é um editor de código fonte, desenvolvido pela *Microsoft*, para ser leve, e ser executado nas plataformas *Windows*, *macOS* e *Linux*, e já vem com suporte integrado para *TypeScript* e *Node.js*, além de vir

também com uma extensão com suporte para versionamento de código, que é uma forma de acompanhar a evolução e manutenção do código fonte.

Ainda nessa primeira fase do projeto, foi realizada a classificação dos requisitos para o desenvolvimento da aplicação, para atender a proposta desse trabalho. Nos Quadros 9 e 10 estão listados os requisitos funcionais e não funcionais dessa classificação.

Quadro 9 – Requisitos funcionais do sistema ADMCTM.

Requisitos Funcionais	
RF – 01	Realizar submissão do Mapa Conceitual
RF – 02	Realizar Conversão de Mapa Conceitual para Mapa de Tópicos
RF – 03	Realizar o Download do Mapa de Tópicos

Fonte: Autor, 2022.

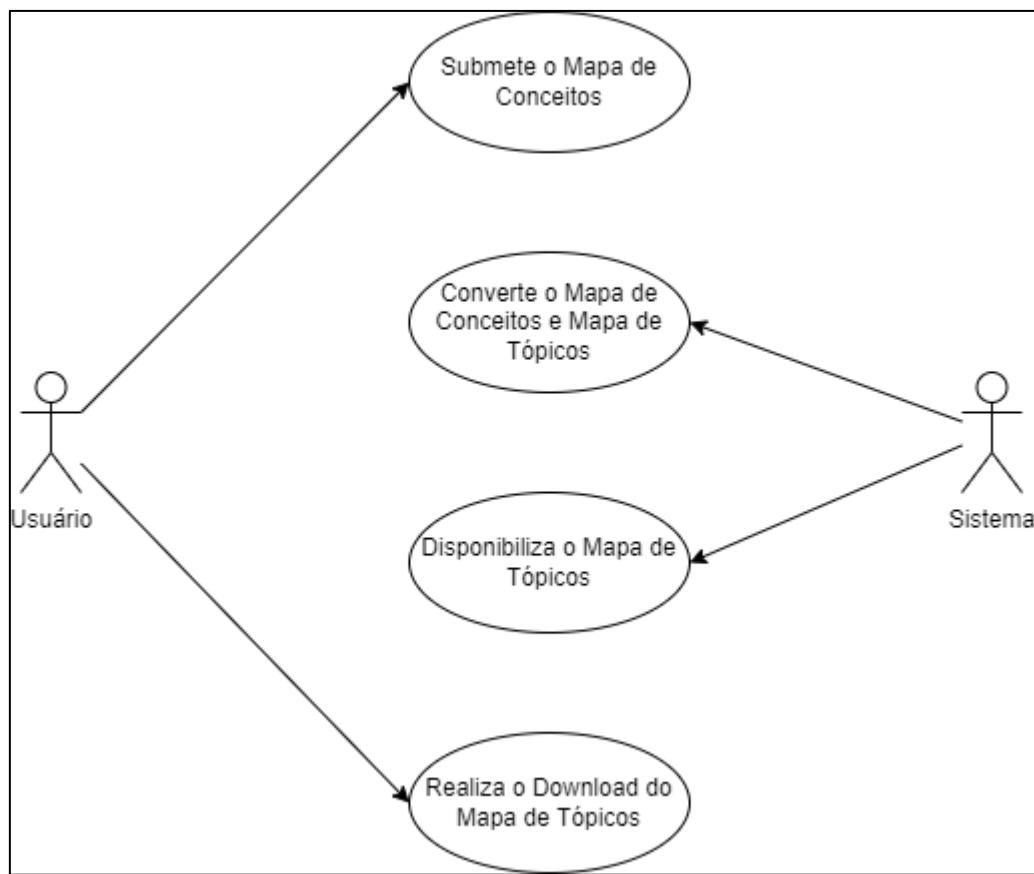
Quadro 10 – Requisitos não funcionais do sistema ADMCTM.

Requisitos Não Funcionais	
RNF – 01	O sistema só permite converter um mapa por vez
RNF – 02	O sistema deve multiplataforma
RNF – 03	O sistema só aceita arquivos em formato XML

Fonte: Autor, 2022.

Em seguida foi realizado o diagrama com o estudo de caso de uso, utilizando-se do recurso da UML, para facilitar no entendimento da funcionalidade do sistema deste projeto. A Figura 17, a seguir, está representado o diagrama ilustrando o caso de uso do sistema:

Figura 17 - Casos de uso do ADMCTM.



Fonte: Autor, 2022.

Na segunda fase, foi realizada a prototipagem do sistema, para apresentação da tela, onde já foi citado anteriormente no tópico 6.4.

Já com o levantamento de requisitos e planejamento realizados, o software foi desenvolvido, buscando atender a toda documentação citada anteriormente.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

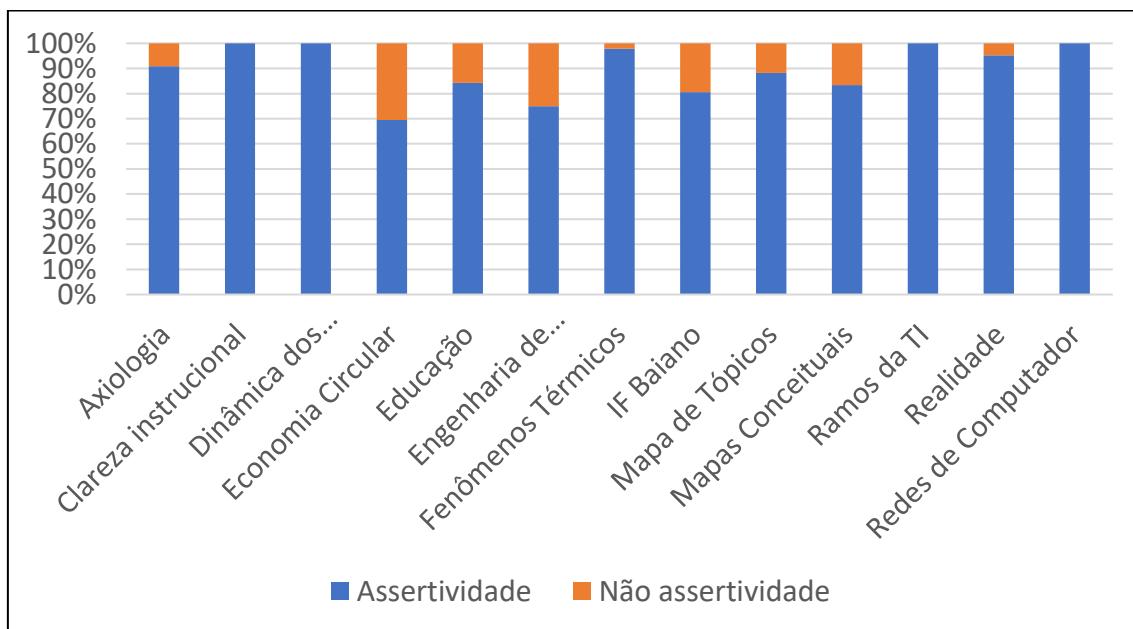
Utilizando-se dos artefatos de análise e levantamento bibliográfico, serão apresentados e discutidos os resultados adquiridos na metodologia, para investigar a elaboração de um modelo para conversão dos mapas conceituais em mapa de tópicos.

Visto que nos achados do Quadro 7, o resultado médio do comparativo entre Conceito e Tópico na conversão, foi de (100%), pode-se concluir uma assertividade total, neste ponto da análise. Já no comparativo entre Relacionamento e Associação, também presente no Quadro 7, o resultado foi parcial, com (70,81%) de assertividade, considerando .

Os achados demonstram que a ferramenta desenvolvida com o modelo proposto, foi eficaz, quando havia um único relacionamento para cada conceito, conforme Figuras 10 e 11, pois quando o MC possuía mais de uma ligação (conexão) para mais de um conceito, o resultado não era (100%) eficaz, conforme Quadro 8.

O gráfico da Figura 18 a seguir, demonstra a média de assertividade de cada um dos mapas, levando em consideração os dados apresentados no Quadro 5:

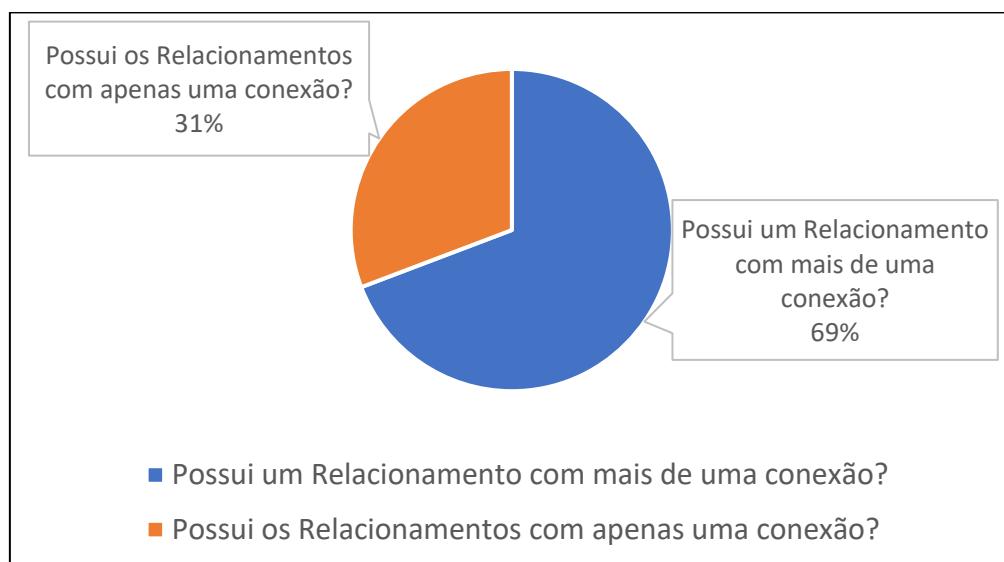
Figura 18 – Gráfico da média de assertividade e não assertividade das conversões.



Fonte: Autor, 2022.

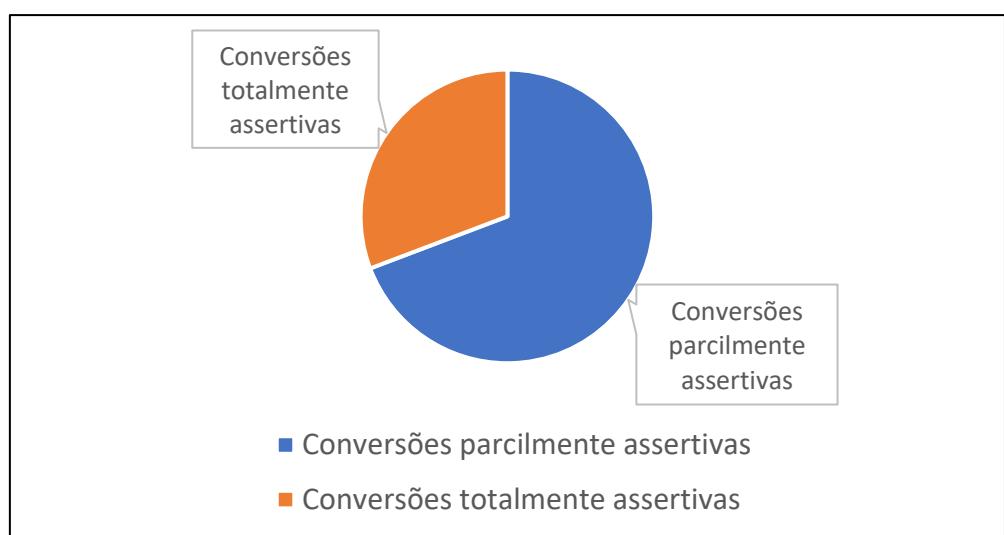
Contudo observa-se que nem todos os mapas obtiveram (100%) de assertividade. Outro fato interessante que comprova essa afirmação, é que o mesmo comparativo das conversões que possuem um Relacionamento com mais de uma conexão (ligação) para mais de um Conceito com o comparativo onde os Relacionamentos possuem apenas uma conexão (ligação) para cada Conceito seja o mesmo resultado dentre as conversões que tiveram (100%) de assertividade, conforme as figuras 19 e 20, a seguir:

Figura 19 – Gráfico de comparação da estrutura dos Relacionamentos.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 20 – Gráfico da média de comparação da assertividade das conversões.



Fonte: Autor, 2022.

Com esses resultados pode-se afirmar que a ferramenta desenvolvida pelo modelo proposto, só foi eficaz obtendo (100%) de assertividade quando, o MC submetido, tinha apenas um Conceito conectado a um Relacionamento, independentemente da quantidade de conceitos ou relacionamentos. Já no caso onde havia um Relacionamento com mais de uma conexão para mais de um Conceito a ferramenta, não se apresentou (100%) eficaz, o que foi analisado é que o modelo preconizado, não realiza uma verificação dinâmica da quantidade de ligação entre os relacionamentos e conceitos, fazendo com que seja somente identificado apenas uma ligação entre os conceitos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta pesquisa foi analisar a eficácia do modelo que embasou o desenvolvimento do *software ADMCTM*, que tem a finalidade de converter o MC em MT. Com os instrumentos de coleta, obteve-se resultados totalmente positivos e parcialmente positivos, a depender da estrutura do MC.

Essa pesquisa obteve uma limitação após realizar uma consulta nos repositórios institucionais como, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior⁷ (CAPES), Repositório Institucional da UFBA⁸ e a Biblioteca Digital Brasileira de Testes e Dissertações⁹ (BDTD) não foram encontrados mapas conceituais com seus respectivos mapas de tópicos, ou até mesmo outro trabalho que contivesse os dois mapas, com intuito de realizar as comparações dos resultados, por conta disso, os instrumentos de coleta e análise, foram elaboradas no decorrer deste trabalho.

Fica como sugestão para trabalhos futuros, a elaboração de um modelo que realize a análise dos conceitos e suas conexões, com um método mais dinâmico, para que seja eficaz com qualquer estrutura de MC.

Para fins de acesso e para trabalhos futuros, foi disponibilizado em um repositório público do *GitHub*¹ e em uma mídia CD entregue à Biblioteca do Instituto Federal Baiano Campus Catu, os materiais necessários para continuação do software bem como código fonte, modelo preconizado, documento de requisitos, detalhamento de requisitos, manual de utilização, manual de instalação, manual do programador, todos os mapas citados e os códigos em XML dos mapas convertidos.

⁷ <https://www.gov.br/capes/pt-br>

⁸ <https://repositorio.ufba.br/>

⁹ <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANI, M. L.; CECI, F.; SELL, D.; TODESCO, J. L. **Um experimento envolvendo a geração de Mapas de tópicos automatizada a partir dos Dados abertos do sistema de convênios (SICONV)**. Conferência: LOD Brasil - Congresso *Linked Open Data* Brasil. Vol. 1. Florianópolis. 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/272163562>>. Acessado em: 12/09/2022
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Edição 1a. Tradução de Lígia T. Lisboa. 2003.
- BACOVIS, M. M. C. Sintetizando a pesquisa sobre Economia Circular através do uso de mapas conceituais. Vol. 40. N.3. 2019. P. 10.
- BEUREN, I. M. **Gerenciamento da Informação: um recurso estratégico no Processo de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 1998 *apud* PAPA FILHO, Sudário; VANALLE, Rosângela M. **O uso da informação estratégico de tomada de decisão**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 22, 2002. Curitiba, PR. Anais. Curitiba, PR: ENEGEP, 2002.
- CARMO, J. C. **Economia do conhecimento e a questão do aprendizado para o trabalho competitivo**. Minas Gerais. 2008. Disponível em: <<https://serieucdb.emnuvens.com.br/serie-estudos/article/download/240/285>>. Acessado em: 22/08/2022.
- COLLIER, D. **The Comparative Method**. In.: Ad W. Finifter, ed. (1993). *Political Science: The State of the Discipline II*. Washington, D.C.: American Political Science Association. Disponível em: <https://polisci.berkeley.edu/sites/default/files/people/u3827/APSA_TheComparativeMethod.pdf> Acessado em: 20/08/2022.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial**. Rio de Janeiro: Campus. 1999.
- FACHIN, O. **Fundamentos da Metodologia**. Edição 5^a, p. 40. 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GITHUB. **ADMCTM**. Disponível em: <<https://github.com/nelsonanjos/ADMCTM>>. Acessado em: 13/09/2022.
- GOWIN, D.B. **Educating. Ithaca**, New York: Cornell University Press.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (ISO). **Topic Maps – XML Syntax**. ISO 13250: Topic Maps. 2001. Disponível em: <<https://www.topicmaps.org/xtm/1.0/>>. Acessado em: 20/08/2022.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na Era da Informática.** Tradução Carlos Irineu da Costa. Editora 34, Rio de Janeiro, ed. 1, 1993.

LIBRELOTTO G. R.; LOPES S. C.; KURTZ G. C.; TURCHETTI R. C. e HENRIQUES P. R. **Aplicando Topic Maps para a Representação de Mapas de Conceitos.** 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/download/352/326>>. Acessado em: 22/08/2022.

LIMA, G. A.; MACULAN, B. C. M. S. **Estudo comparativo das estruturas semânticas em diferentes sistemas de organização do conhecimento.** Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 46, n.1, p. 60-72, 2017.

LYNCH, C. A. *Institutional Repositories: Essential Infrastructure for Scholarship in the Digital Age. ARL Bimonthly Report 226.* February, 2003. p. 1-7. Disponível em: <<https://www.cni.org/wp-content/uploads/2003/02/arl-br-226-Lynch-IRs-2003.pdf>>. Acesso em: 06/08/2022.

MORA, J. F. **Dicionário de filosofia.** 2. ed. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Martins Fontes, 1996 *apud* LIMA, G. A.; MACULAN, B. C. M. S. **Estudo comparativo das estruturas semânticas em diferentes sistemas de organização do conhecimento.** Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 46, n.1, p. 60-72, 2017.

MOREIRAM. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V.** Rio Grande do Sul. 2006.

NOVAK, J.D., *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations, Lawrence Erlbaum Associates.* Mahwah. 1998.

NOVAK, J.D.; MINTZES, J.J. E WANDERSEE, J.H. **Ensinando ciência para a compreensão: Uma visão construtivista.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000. *apud* TAVARES, R. **Construindo mapas conceituais.** Ciências & Cognição, V. 12: 72-85. 2007. Disponível em: <<http://www.cienciascognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acessado em: 23/08/2022

RATH, H. **The Topic Maps Handbook.** Versão 1.1. Alemanha: Empolis GmbH, 2003.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** São Paulo: Atlas, 1989.

ROVER, A. J. **Representação do Conhecimento Legal em Sistemas Especialistas: O uso da técnica de enquadramentos.** Tese (Doutorado em Direito) – Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, p. 287. 1999.

- ROVIRA, C. *DigiDocMap conceptual maps editor and Topic Maps norms. Revista Académica Sobre Documentário Digital y Comunicación Interactiva*, Barcelona, ed. 3, 2005. Disponível em: <<https://arxiu-web.upf.edu/hipertextnet/en/numero-3/digidocmap.html>>. Acesso em 10/08/2022
- SOUZA, M. A. M.; DUTRA, V. S. F.; L. H. F.; SOUZA, J. W. S. **Mapas conceituais como ferramenta de divulgação científica na formação de professores de Física**. Vol. 5. N. 3. P. 35. Brasília. 2021.
- SANTOS, J. L. S. **Relações entre capacidade de absorção de conhecimento, sistemas de memória organizacional e desempenho financeiro**. 2013. 232 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2013. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PEGC0309-T.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- TAVARES, R. **Construindo mapas conceituais**. Ciências & Cognição, V. 12: 72-85. 2007. Disponível em: <<http://www.cienciascognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acessado em: 23/08/2022
- TILKOV, S. VINOISKI, S. IEEE © 2011 IEEE. **Node.js: Using JavaScript to Build High-Performance Network Programs**. Volume: 14, Issue: 6, p. 80 - 83. Canadá. 2010.
- UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. (2021). **2,9 bilhões de pessoas nunca acessaram a internet**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/161450-29-bilhoes-de-pessoas-nunca-acessaram-internet>>. Acessado em: 20/08/2022.
- VALENTIM, M. L. P. **Inteligência Competitiva em Organizações: dado, informação e conhecimento**. DataGramZero - Revista de Ciência da Informação, vol. 3. Paraná. 2002.
- W3C. **XML ESSENTIALS**. Disponível em: <<https://www.w3.org/standards/xml/core.html>>. Acesso em 10/08/2022
- WOOLF, H. **Ed. Webster's New World Dictionary of American Language. G. and C.** Merriam. 1990.

APÊNDICE A – Ordem Do Experimento E Coleta E Apresentação Dos Resultados

- 1) O mapa conceitual era elaborado no *CmapTools*, com base na pesquisa realizada pelo autor, ou o mapa era extraído já pronto em outro trabalho acadêmico;
- 2) O mapa conceitual era exportado no formato CXL, disponibilizada pela ferramenta *CmapTools*;
- 3) O mapa conceitual era importado na ferramenta ADMCTM, para conversão;
- 4) O mapa era então convertido, e baixado em formato xml, com a síntese XTM 1.0;
- 5) O mapa de tópicos, era comparado com o mapa de conceitual (Item 1), analisando os Conceitos e Tópicos, e os Relacionamentos e Associações;
- 6) As fórmulas dos cálculos eram aplicadas para realizar o cálculo de assertividade.
- 6) Com os resultados, foi possível, estimar o percentual de assertividade e eficácia do modelo proposto.

ANEXO A – Tabela Com As Diferenças Características Do Mapa Conceitual E Mapa De Tópicos

Característica	Mapas conceituais (Novak)	Mapas de tópicos (ISO/IEC 13250)
O que é isso?	Técnica para estruturar o conhecimento em conceitos e frases de conexão para depois representá-lo graficamente	Um padrão internacional para estruturar as informações em formato SGML e XML
Origem	Pesquisa de Novak em psicologia da aprendizagem baseada nas teorias de Ausubel (1989)	Davenport Group (fórum de produtores de livros eletrônicos) com o objetivo de criar um padrão para a fusão de índices de livros impressos.
Funções	Facilitar e melhorar o aprendizado	Armazenamento e processamento de informações
Objetivos	Representar a estrutura de conhecimento do aluno para conhecer o tipo de aprendizagem que alcançou	Representar a estrutura do conhecimento
Data de origem	1984, ano de publicação de Novak, JD; DB Gowin. Aprendendo a aprender. Nova York, Cambridge: Cambridge University Press, 1984	1993 ano em que foi proposta a redação da primeira norma
Partes constituintes básicas	Conceitos Frases de ligação Ligando os conceitos	Tópicos Associações Recursos
Formulários	Representação do conhecimento Treinamento	Representação do conhecimento Armazenamento de dados Troca de dados Recuperação de informação
Estrutura das informações implícitas	Gráfico direcionado	Gráfico direcionado
Permite referências cruzadas	Sim	Sim
Orientação do mapa	Principalmente de cima para baixo	Não determinado
É necessário um conceito de raiz	Sim	Não
Requer representação gráfica	Sim	Não
Permite multi-hierarquia	Sim	Sim
Permite links dos conceitos/tópicos para recursos externos	Não (em sua formulação inicial)	Sim
Permite relacionamento com direção	Sim	Sim

Permite relacionamento sem direção	Sim	Sim
Permite relacionamento bidirecional	Sim	Sim