



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

ALAN TONY SOUZA VELOSO

**CARACTERIZAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS
DESCENTRALIZADAS**

**Belém
2018**

ALAN TONY SOUZA VELOSO

**CARACTERIZAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS
DESCENTRALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jorge Gomes Abe-
lém

Coorientador: Dr. Billy Anderson Pinheiro

**Belém
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

- V432c Veloso, Alan Tony Souza.
Caracterização de Organizações Autônomas Descentralizadas / Alan Tony Souza Veloso. — 2018.
47 f. : il.
- Orientador(a): Prof. Dr. Antônio Jorge Gomes Abelém
Coorientador(a): Prof. Dr. Billy Anderson Pinheiro
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Computação, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
1. DAO. 2. Blockchain. 3. Sistema Multiagente. I. Título.

CDD 004.21

ALAN TONY SOUZA VELOSO

**CARACTERIZAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS
DESCENTRALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação.

Data da Defesa:
Conceito:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antônio Jorge Gomes Abelém
Faculdade de Computação - UFPA
Orientador

Dr. Billy Anderson Pinherio
Coorientador

Prof^a. Dr^a. Carla Alessandra Lima Reis
Faculdade de Computação - UFPA
Membro da Banca

Prof. Dr. Rafael Oliveira Chaves
Faculdade da Engenharia de Computação e
Telecomunicação - UFPA
Membro da Banca

Belém
2018

*Este trabalho é dedicado a todos que tiveram
seus dons desperdiçados por falta de oportunidades*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a base da minha vida, que me incentivou, me proveu os recursos ao seu alcance para seguir adiante em todos os aspectos da minha vida, além dos estudos. Minha Mãe foi o ponto de partida desse ciclo. Também agradeço ao meu Pai, que me ensinou na prática que minhas vitórias não devem ter como objetivo agradar ninguém, além de mim mesmo.

Minhas considerações também vão para um professor de filosofia qualquer da Avertano Rocha, que avaliou minha capacidade só por que não tinha motivos para ter um bom desempenho na sua matéria e disse o seguinte: “Se não consegue aqui, imagina em um instituto federal”.

Agradeço aos rádios, de um modo geral, que me influenciou a escolher o curso de telecomunicações, no Instituto Federal do Pará (IFPA), ao invés de química.

No IFPA, agradeço ao professor Talisman Teixeira, que fechou com chave de outro o meu curso de telecomunicações e por ser o meu primeiro contato com a área de redes de computadores, além de ter dito: “Não importa a área, se for um bom profissional, sempre vai haver trabalho”.

Agradeço também ao Paulo Souza, que me inspirou e me mostrou a pesquisa como uma opção, além de me impedir de cometer o equívoco de não entrar em uma universidade federal, que me possibilita muitas oportunidades, mas que devem ser conquistadas.

Na Universidade Federal do Pará (UFPA), agradeço ao Dr. Billy Pinheiro, que me apresentou o Grupo de Estudo em Redes e Comunicação Multimídia (GERCOM), além de ter me dado a oportunidade de entrar pro grupo, ter me mostrado que o método é mais importante que o resultado e que não vou achar mais desafios do que na pesquisa.

Também na UFPA, agradeço ao Prof^o. Dr. Antônio Abelém, que deu o aval para entrar no GERCOM e ter me dado várias oportunidades para mostrar as minhas capacidades.

Agradeço também a Ianca Miranda, que foi um dos meus “coorientadores”, além de ser uma das melhores pesquisadoras que conheci e que me ajudou a crescer como pesquisador. Além de ser minha parceira em todos os momentos, até nos difíceis e por me molhar quando eu estava com febre.

Todos tiveram um fundamental importância para eu chegar, mas nunca vou agradecer tanto a alguém quanto a minha filha, que me fez querer ser uma pessoa melhor e indiretamente me incentivou a persistir nos meus sonhos.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a constituir esse trabalho, por menor que tenha sido sua contribuição, saibam que eles me ajudaram muito a concluir esse trabalho. Apesar deste ser o final de um ciclo, também é o início de outro e todas as contribuições que tive vão seguir comigo para muito outros ciclos.

Obrigado!

*“Todas as verdades são fáceis de perceber depois de terem sido descobertas;
o problema é descobri-las”
(Galileu Galilei)*

RESUMO

O conceito de Organizações Autônomas Descentralizadas (*Decentralized Autonomous Organization* - DAO) surgiu como um organização que pode operar sem uma hierarquia gerencial, ou seja, autônoma. Esse conceito foi desenvolvido na tecnologia *blockchain*, e por este motivo, foi restrito a ela. Embora os estudos na área da *blockchain* estejam em constante avanço, alguns conceitos atrelados a ela ainda causam dúvidas. Ao desvincular DAO de *blockchain*, ela deixa de ser o estudo de uma área e passa a ser uma área de estudo, para tanto, é necessário um levantamento de suas características e sua associação com conceitos já estabelecidos. A identificação e compreensão dessas características de DAO, de forma clara e objetiva, gerando a sua caracterização, foi o principal objetivo deste trabalho. Essa caracterização se mostra relevante tanto para sua análise, quanto para o seu desenvolvimento. Ao relacionarmos o conceito de DAO com conceitos estabelecidos, podemos diversificar e abranger um maior número de estudos em DAO. Para atingir esses objetivos, este trabalho propõe caracterizar DAO através da análise de domínio, defini-la de forma a não limitar à uma tecnologia específica, passível de obsolescência, correlacionando as características aos conceitos de Sistemas Multiagentes e Organizações Descentralizadas. Para desenvolvimento deste trabalho, utilizamos um método de análise de domínio que fosse livre de aspectos de implementação, mais precisamente, o Método de Análise de Domínio Orientado a Características (*Feature-Oriented Domain Analysis Method* - FODA), em que obtivemos as principais características. De porte dessas características, analisamos elas de forma a integrá-las e, por fim, geramos um definição livre de aspectos tecnológicos.

Palavras-chave: DAO. Blockchain. Sistema Multiagente

ABSTRACT

The concept of Decentralized Autonomous Organization (DAO) has emerged as an organization that can operate without a managerial hierarchy, that is, autonomous. This concept was made possible by blockchain technology, and for this reason, was restricted to it. Although the blockchain studies are constantly advancing, some concepts linked to it still cause doubts. When decoupling DAO from blockchain, it ceases to be the study of an area and becomes an area of study, for that, a survey of its characteristics and its association with already established concepts is necessary. The identification and understanding of these characteristics of DAO, in a clear and objective way, generating their characterization, was the main objective of this work. This characterization is relevant both for its analysis and for its development. By relating the DAO concept to established concepts, we can diversify and cover a greater number of DAO studies. In order to achieve these objectives, this work proposes to characterize DAO through the domain analysis, to define it in a way not to limit to a specific technology, susceptible of obsolence, correlating the characteristics to the concepts of Multiagent Systems and Decentralized Organizations. For the development of this work, we used a method of domain analysis that was free of implementation aspects, more precisely, the Feature-Oriented Domain Analysis Method (FODA), in which we obtained the main characteristics. In terms of these characteristics, we analyze them in order to integrate them and, finally, generate a free definition of technological aspects.

Keywords: DAO. Blockchain. Multiagent System

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de atividade da estrutura da pesquisa	16
Figura 2 – Nomenclatura do diagrama de características	17
Figura 3 – Localização da tomada de decisão na organização centralizada e descentralizada	19
Figura 4 – Agente interagindo com o ambiente	21
Figura 5 – Representação do processo comum seguido por todos o métodos de análise de domínio	26
Figura 6 – Descrição do contexto da análise de domínio	29
Figura 7 – Diagrama de estrutura de DAO	34
Figura 8 – Diagrama de contexto de DAO	37
Figura 9 – Diagrama de características de DAO	39
Figura 10 – Comparação das características em The DAO e EUREKA	40
Figura 11 – Localização da tomada de decisão na organização autônoma centralizada e descentralizada	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definições de Análise de Domínio	24
Tabela 2 – Fontes de Informação para a Análise de Domínio	28
Tabela 3 – Resumo do Método FODA	31
Tabela 4 – Utilização das Fontes de Informação	34
Tabela 5 – Relação entre autores e componentes do diagrama de estrutura	35
Tabela 6 – Principais objetivos na The DAO e EUREKA	36
Tabela 7 – Relação entre autores e os componentes do diagrama de contexto	38
Tabela 8 – Relação entre autores e os componentes do diagrama de características	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAO	Centralized Autonomous Organization
DApps	Decentralized Applications
DASP	Decentralized Autonomic Scientific Publisher
DAO	Decentralized Autonomous Organization
DLT	Distributed Ledger Technology
FODA	Feature-Oriented Domain Analysis Method
ICO	Initial Coin Offering
LTSM	Logic Truth Maintenance System
OSI	Open System Interconnection
P2P	Peer-to-Peer
SMA	Sistemas Multiagentes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Motivação	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Geral	15
1.3.1.1	Específicos	15
1.4	Metodologia	15
1.5	Estrutura do Trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Organizações	18
2.1.1	Organizações Descentralizadas	19
2.2	Sistemas Multiagentes	20
2.2.1	Agentes	20
2.2.2	Ambiente	21
2.3	Blockchain	22
2.3.1	Contratos Inteligentes (<i>Smart Contracts</i>)	23
2.4	Análise de domínio	24
2.4.1	<i>Feature-Oriented Domain Analysis Method</i> (FODA)	28
3	CARACTERIZAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS DESCEN- TRALIZADAS	32
3.1	Análise de Domínio de Organizações Autônomas Descentralizadas	32
3.1.1	Escopo do Domínio	32
3.1.2	Modelo de Domínio	38
3.1.2.1	Modelo de Características	38
3.2	Características de Organizações Autônomas Descentralizadas	41
3.2.1	Autonomia	41
3.2.2	Distribuição	42
3.2.3	Descentralização	42
3.2.4	Considerações Finais	42
4	CONCLUSÃO	44
4.1	Considerações Finais	44
4.2	Trabalhos Futuros	45
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Imagine um carro sem motorista que transporta passageiros e lucra com isso, após deixar um passageiro identifica a falta de carga, então, usa parte do seu lucro para recarregar em uma estação de carga. Exceto pela programação inicial, o carro não necessita de auxílio externo para determinar como realizar seus objetivos (HERTIG, 2018).

Esse futuro, que a poucos anos atrás parecia distante, está cada vez mais próximo. A tecnologia traz maior eficiência e libera o esforço humano para atividades que exijam maior criatividade (CHIAVENATO, 2003). Nesse contexto, uma ideia, que surgiu um pouco depois do lançamento do Bitcoin (HERTIG, 2018), também usufrui dessa idealização, as Organizações Autônomas Descentralizadas. O pressuposto que surgiu na comunidade do Bitcoin é, se o Bitcoin é um intermediário para transações, então, companhias e outras organizações podem um dia operar sem uma hierarquia gerencial, tornando-se autônomas (HERTIG, 2018). No entanto, estamos cercados de organizações, apesar de vermos apenas sinais externos das suas presenças, como altos edifícios ou seus funcionários (DALF, 2008).

Diante disso, no decorrer da evolução das organizações, compreendê-las se fez necessário, assim, estudos foram desenvolvidos, diferenciando-as em relação a distribuição da tomada de decisão. Desta forma, podemos entendê-las como entidades formadas por pessoas que desempenham funções com um objetivo em comum, pelas relações entre essas pessoas e pela relação da organização com o ambiente externo (HALL, 2004). Logo, as organizações servem como meio para se alcançar um determinado fim, e, mesmo que imperceptíveis, “[...] afetam a todos, todos os dias” (HALL, 2004).

Entretanto, o desenvolvimento das organizações não ficou isolado e foi apoiado pelo avanço tecnológico. Compreendendo a tecnologia como toda “[...] aplicação de conhecimento à produção de bens e à prestação de serviços” (MAXIMIANO, 2000). À vista disso, a tecnologia vem sendo utilizada como método para o indivíduo ampliar suas capacidades, fazendo com que ela esteja presente em todas as organizações que fornecem todo o tipo de produto ou serviço, desde a fabricação de pães até a naves espaciais (MAXIMIANO, 2000). Além disso, com maior frequência atualmente, novas tecnologias estão surgindo e não somente sofisticações das já existentes (CHIAVENATO, 2003). Assim, cada vez mais a tecnologia vai liberar o homem para atividades que exijam mais da sua capacidade intelectual, que da sua capacidade mecânica (CHIAVENATO, 2003).

Durante esse contínuo processo de evolução da tecnologia, surgiu o conceito de *blockchain*, um registro de transações transparente, distribuído e descentralizado, onde os dados são compartilhados por quem pertence à rede, atualizado por mineradores, monitorado por todos e onde a propriedade e controle não são pertencentes exclusivamente a ninguém (SWAN, 2015). Por conseguinte, a *blockchain* se tornou uma tecnologia revolucionária que atingiu diferentes áreas e causou muita discussão sobre suas potencialidades.

Consequentemente, surgiram novos conceitos atrelados à *blockchain*, como Aplicações Descentralizadas (*Decentralized Applications* - DApps) e Organizações Autônomas Descentralizadas (*Decentralized Autonomous Organization* - DAO). Destacando esta última, DAO, já é existente uma definição (JENTZSCH, 2016), entretanto, essa definição restringe este conceito a uma *blockchain*, o Ethereum ¹, todavia, a definição de DAO não necessita ser restrita ao Ethereum e nem a uma *blockchain*.

Neste contexto, o presente trabalho buscou, através de uma ferramenta teórica de análise de domínio, levantar o conjunto de características que compõem uma DAO. Com o fim de realizar uma caracterização e, a partir dela, gerar uma definição que não restrinja o termo DAO à instância Ethereum, mas correlaciona as características à conceitos estabelecidos como Organizações Descentralizadas e Sistemas Multiagentes (SMA).

1.1 Motivação

A área de redes de computadores pode ser estudada tanto de forma vertical, com estudos em qualquer camada do modelo OSI (*Open System Interconnection*), quanto de forma horizontal, pois impacta outras áreas de maneira direta ou indireta, tanto as áreas que são provenientes da computação, quanto as que não são. Portanto, estudos em redes de computadores possibilitam alto grau de multidisciplinaridade no desenvolvimento de trabalhos na área.

Dentre os temas existentes no âmbito de redes de computadores, vêm ganhando destaque os estudos sobre a *blockchain*. Desses estudos derivam conceitos como: ICO (*Initial Coin Offering*), DApps e DAO. Porém, apesar deles serem provenientes da *blockchain*, conceitos como o DAO, não necessitam ficar exclusivos a essa tecnologia. Podem ser melhor explorados se sua definição for expandida, podendo ser associados à outros conceitos já estabelecidos.

1.2 Justificativa

Atualmente, a tecnologia *blockchain* se tornou um assunto bastante explorado tanto na indústria quanto no meio acadêmico. Contudo, os conceitos já introduzidos pela tecnologia *blockchain*, como DAO, ainda causam dúvidas como: De que forma o conceito deve ser aplicado? Como identificar a aplicação do conceito? Em que áreas esses conceitos necessitam ser estudados? Portanto, entender as características desses conceitos provenientes de *blockchain*, de forma clara e objetiva, é importante para a análise e desenvolvimento delas.

A evolução tecnológica, na qual inovações têm um ciclo de vida - elas surgem, ocorre uma adesão ou repulsa pelo usuário, um declínio da tecnologia, e, por fim, se tornam obsoletas pelo surgimento de novas tecnologias, que passam pelo mesmo ciclo (SANTOS; FLORES, 2017) - podem fazer com que *blockchain* se torne obsoleta e por consequência os conceitos associados

¹ "Ethereum Project." <<https://www.ethereum.org/>> . Acessado em: 13 jul, 2018.

a ela. Logo, desvincular DAO de *blockchain*, faria com que ela deixasse de ser o estudo de uma área e passasse a ser uma área de estudo. Pois, ao abstrair DAO de tecnologias, possibilita-se que ela não fique dependente delas, ou seja, caso Ethereum, ou até mesmo *blockchain*, se torne ultrapassado, o conceito de DAO não se tornaria.

Além disso, se relacionarmos o conceito de DAO com outros, de áreas como Sistemas Multiagentes (SMA) e Organizações Descentralizadas, podemos utilizar estudos realizados anteriormente nessas áreas para análise e desenvolvimento de DAO (ex. usar a base para a criação de agentes no desenvolvimento de contratos inteligentes para DAOs).

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Caracterizar DAO através da análise de domínio e definir DAO de forma a não limitar à uma tecnologia específica, passível de obsolescência, correlacionando as características à conceitos estabelecidos.

1.3.1.1 Específicos

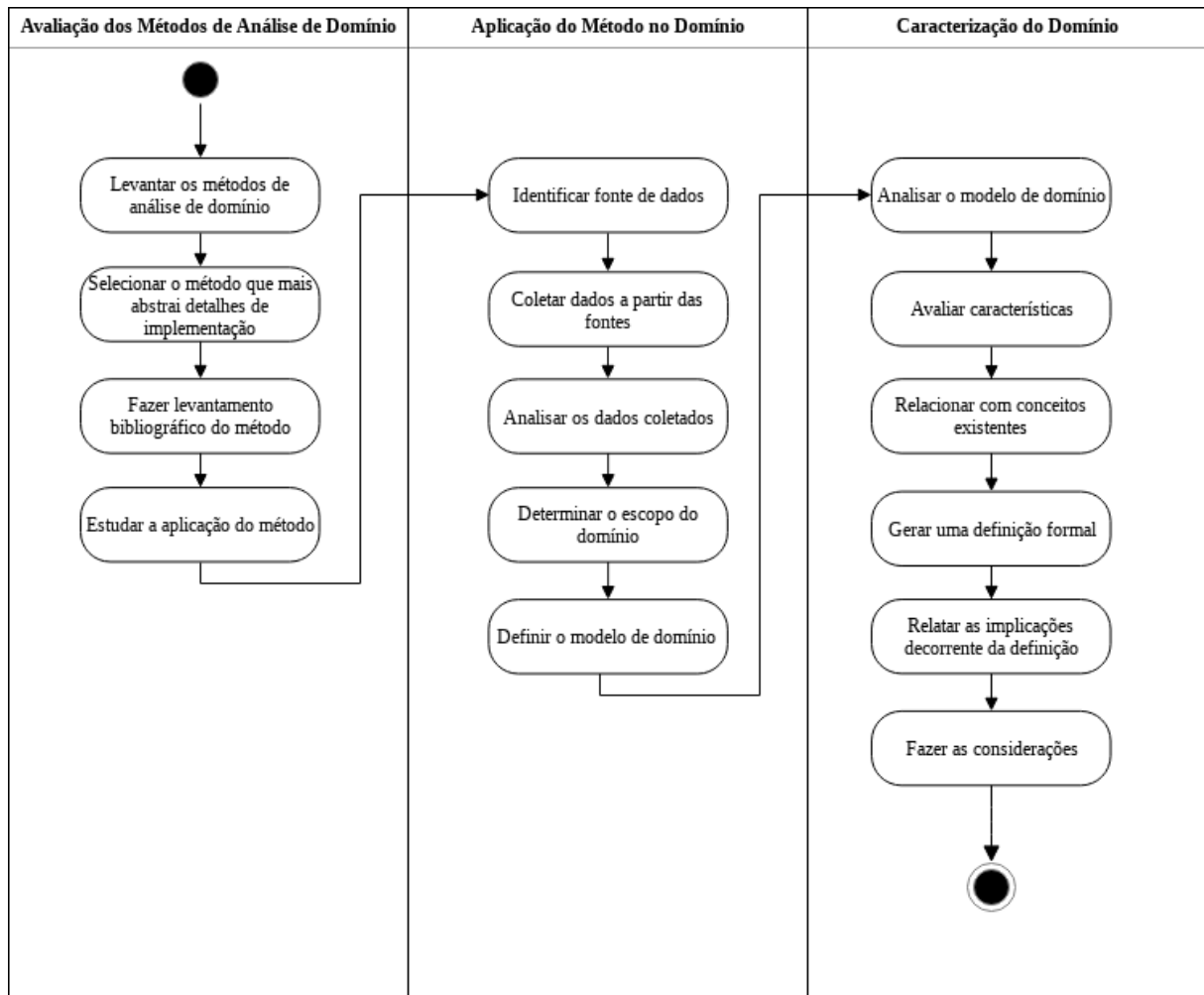
- Escolher um método de análise de domínio que abstraia em alto nível um domínio, ou seja, sem especificações de implementação;
- Produzir um conjunto de características no domínio de DAO a partir da aplicação do método de análise de domínio;
- Caracterizar DAO considerando o conjunto de características produzidos pela análise de domínio e conceitos estabelecidos;
- Expor os resultados, apontar suas implicações e fazer as considerações a respeito da definição proveniente.

1.4 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho se dividiu em três partes principais: Avaliação dos métodos de análise de domínio; Aplicação do método no domínio; Caracterização do domínio. A Figura 1 representa as atividades desenvolvidas em cada parte, que resultou no trabalho escrito, que apresenta todos os resultados obtidos e as considerações a respeito da pesquisa desenvolvida.

A partir das atividades desenvolvidas na avaliação dos métodos de análise de domínio, foi possível selecionar o método que mais abstrai o domínio de DAO, para não levar em consideração detalhes de implementação, em seguida se fez uma análise bibliográfica deste método. O Método

Figura 1 – Diagrama de atividade da estrutura da pesquisa



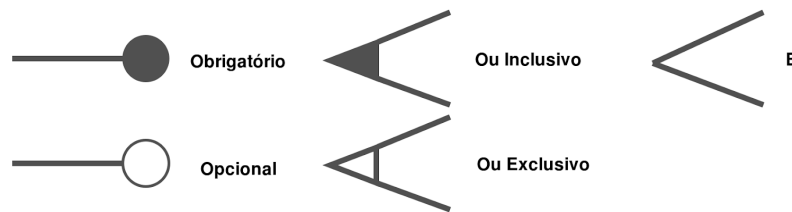
de Análise de Domínio Orientado a Características (*Feature-Oriented Domain Analysis Method - FODA*) (KANG et al., 1990) foi selecionado, por não trata de aspectos de implementação, mas da arquitetura e do projeto (FERRÉ; VEGAS, 1999). Ele busca construir elementos reutilizáveis, identificando, organizando e representando as informações relevantes do domínio (JATAIN; GOEL, 2009).

A segunda parte, aplicação do método de análise de domínio, consistiu na análise mais aprofundada sobre o domínio. Assim, baseado no método, se identificou, coletou, e organizou as informações relevantes sobre DAO a partir do estudo de sistemas já existentes, no histórico de seu desenvolvimento, no conhecimento obtido a partir de especialistas do domínio (JATAIN; GOEL, 2009), além de literaturas, tanto do domínio quanto de conceitos correlacionados.

Assim, a partir da análise dos dados, gerou-se um modelo de domínio que apresenta o conjunto de características do mesmo. Kang et al. (1990) apresenta uma nomenclatura para o diagrama de características. Entretanto, utilizamos uma apresentada em Batory (2005) por ser mais atual e não necessitar de auxílio escrito para compreensão (Figura 3), pois relaciona o diagrama de características com gramática e fórmulas proposicionais, além de possibilitar a

criação de uma *Logic Truth Maintenance System* (LTSM) (FORBUS; KLEER, 1993).

Figura 2 – Nomenclatura do diagrama de características



Fonte: BATORY (2005)

O levantamento de características, por si só, não é capaz de caracterizar um domínio, portanto, uma análise mais detalhada dessas características é necessária. Deste modo, foi imprescindível realizar correlação do conjunto de características com conceitos estabelecidos, organizações descentralizadas e SMA. Por fim, seu conceito é apresentado, juntamente com suas implicações.

1.5 Estrutura do Trabalho

- Introdução: Apresenta informações relevantes sobre o trabalho. Mais precisamente, a motivação, justificativa, os objetivos, metodologia e a estrutura do trabalho desenvolvido;
- Capítulo 1 - "Referencial Teórico": Apresenta uma análise sobre os principais assuntos necessários para a compreensão do trabalho, assuntos básicos. São eles: Organizações e Organizações Descentralizadas, Sistemas Multiagentes, *Blockchain* e Análise de Domínio;
- Capítulo 2 - "Caracterização de Organizações Autônomas Descentralizadas": Apresenta a análise de domínio realizada no âmbito de DAO e seus resultados. Descreve as características obtidas pela análise de domínio e sua correlação com SMA e Organizações Descentralizadas;
- Conclusão: Apresenta as considerações finais deste trabalho, suas implicações, e possíveis trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção é dedicada para uma visão geral sobre os assuntos bases, necessários para o entendimento deste trabalho. Inicialmente, faz-se uma análise do conceito de organização e organização descentralizada. Posteriormente, é apresentada uma revisão de SMA e seus principais conceitos. Em seguida, explana-se sobre *blockchain* e contratos inteligentes, que ampliou a capacidade da rede *blockchain*. Por fim, é explicado o Método de Análise de Domínio, com destaque para o utilizado neste trabalho, o FODA.

2.1 Organizações

As organizações estão por todas as partes (MAXIMIANO, 2000), uma universidade e até mesmo um Grupo de Estudo em Redes de Computadores e Comunicação Multimídia podem ser considerados uma organização. As organizações se diferenciam, entre si, pela forma e tamanho, produto ou serviço oferecidos, recursos utilizados e área de atuação (MAXIMIANO, 2000).

A literatura aponta duas principais definições de organizações. Na primeira, elas são vistas como função administrativa, como parte do processo administrativo (previsão, comando, coordenação e controle) (CHIAVENATO, 2003). Na segunda, organização é definida como “uma entidade social na qual as pessoas interagem entre si para alcançar objetivos específicos” (CHIAVENATO, 2003). Para entendermos as organizações, é necessário compreender os elementos que as compõem (MAXIMIANO, 2000). São eles:

- **Objetivo:** Os clientes mantêm um vínculo com as organizações, exatamente pelos objetivos dela, ou seja, eles estão interessados nos produtos ou serviços que as organizações oferecem;
- **Recursos:** São utilizados nas organizações para alcançar seu objetivo. O principal recurso de uma organização são as pessoas que a compõem, mas também, apresentam outros, como: o dinheiro, tempo, espaço e recursos materiais (instalações máquinas, móveis e equipamentos);
- **Divisão do trabalho:** Define as atribuições que cada pessoa ou grupo de pessoas têm que desempenhar, de modo a contribuir para que a organização alcance seus objetivos;
- **Processos de transformação:** Por meio dos processos de transformação, a organização converte os recursos em resultados para ela alcançar seus objetivos.

Os processos em organizações também são entendidos como um conjunto sequencial de atividades interligadas (MOREIRA, 1994). Mais precisamente, processos são atividades de trabalho ordenadas no tempo e espaço, com começo, no qual há *inputs* (entradas e recursos), e

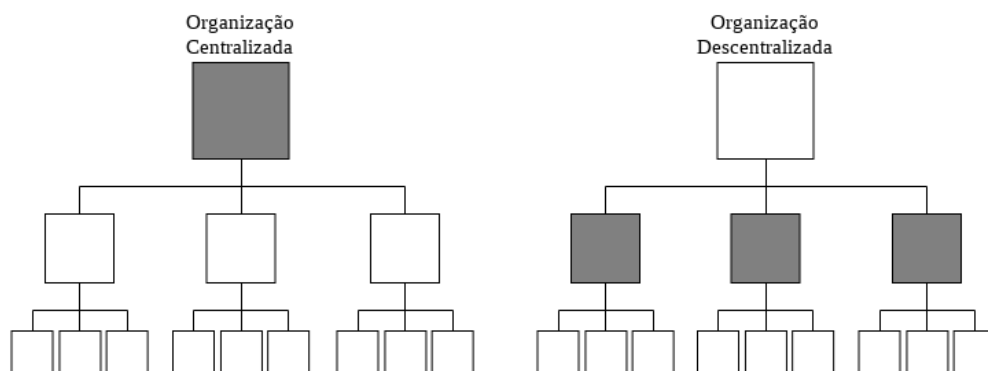
fim, com *outputs* (saídas e resultados) (MAXIMIANO, 2000), visando alcançar seu objetivo. Portanto, todas as organizações podem ser sintetizadas em forma de processos (MAXIMIANO, 2000).

2.1.1 Organizações Descentralizadas

O barateamento da comunicação decorrente de inovações tecnológicas, como a Internet, e o aumento de dispositivos móveis com alto poder de processamento, como smartphones, unem pessoas a milhas de distância. Nesse contexto, as empresas adotam, cada vez mais, a distribuição da tomada de decisão entre níveis mais baixos na hierarquia como uma estratégia. Essas organizações vêm sendo chamadas de organizações descentralizadas (MAXIMIANO, 2000).

Enquanto em uma organização centralizada a autoridade está próxima do topo da hierarquia, em uma organização descentralizada as decisões estão pulverizadas em níveis mais baixos (CHIAVENATO, 2003) (Figura 3). A adoção da descentralização da tomada de decisão não é um ato isolado e tem importantes pontos a serem levados em consideração, como o grau de descentralização de autoridade (MAXIMIANO, 2000) (CHIAVENATO, 2003), e a preocupação de definir até que nível hierárquico pode chegar o processo de tomada de decisão (CHIAVENATO, 2003).

Figura 3 – Localização da tomada de decisão na organização centralizada e descentralizada



Fonte: CHIAVENATO (1997)

Atualmente, as organizações estão empregando a descentralização para otimizar a utilização do quadro de colaboradores (CHIAVENATO, 2003). A premissa para a descentralização é que a autoridade deve ficar mais próxima da área onde as decisões precisam ser executada (CHIAVENATO, 2003). Visto que, uma pessoa em um nível hierárquico elevado, dificilmente terá uma visão detalhada de todos processos sob sua administração para conseguir tomar uma decisão mais adequada, em comparação a quem está mais próximo destes processos. O princípio é que, as pessoas mais capacitadas para resolver os problemas são aquelas que vivenciam os problemas (CHIAVENATO, 2003). Esta abordagem para as organizações possui algumas vantagens (CHIAVENATO, 2003):

- As decisões são tomadas mais rapidamente pelos próprios executores da ação;
- A maior participação no processo decisório promove motivação e moral elevada entre os administradores médios;
- Proporciona excelente treinamento e por consequência qualidade para os administradores médios.

2.2 Sistemas Multiagentes

SMA é considerado uma metáfora natural para entender e construir uma ampla gama do que podemos chamar de sistemas sociais artificiais (WOOLDRIDGE, 2009). Os SMAs são sistemas no qual múltiplos componentes computacionais interagem entre si (WOOLDRIDGE, 2009) e com o ambiente que estão inseridos. Esses componentes, também chamados de agentes, interagem de forma similar à interações sociais do cotidiano, como cooperação, coordenação e negociação (WOOLDRIDGE, 2009). O paradigma de agente é apropriado para melhor explorar as possibilidades presentes em sistemas distribuídos abertos (WOOLDRIDGE, 2009). Portanto, eles têm um papel central na exploração do potencial da Internet.

Resumindo, SMAs são um grupo de agentes autônomos atuando em um ambiente para alcançar um objetivo em comum, de forma cooperativa ou competitiva, compartilhando ou não conhecimentos (BALAJI; SRINIVASAN, 2010).

2.2.1 Agentes

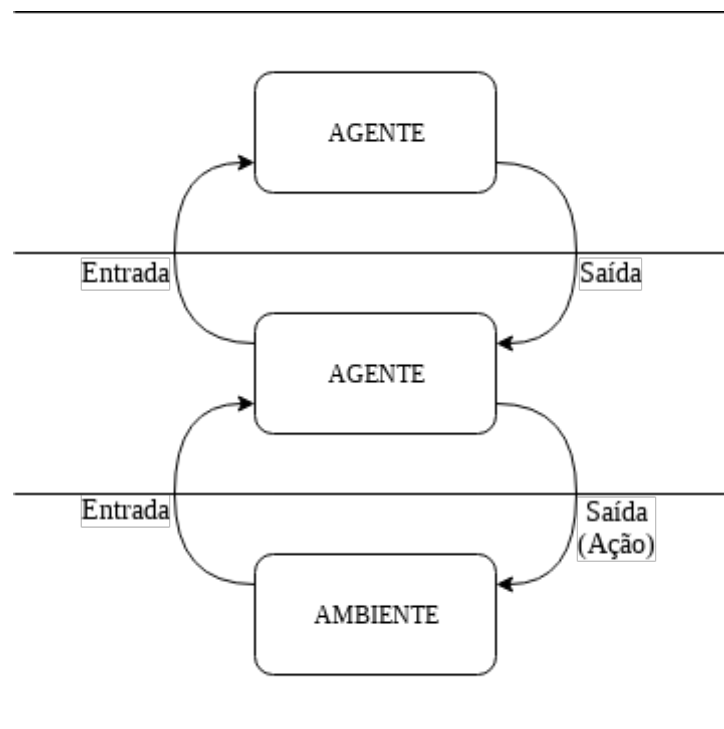
Os agentes são sistemas computacionais capazes de automatizar ações no ambiente que se encontram, para alcançar os objetivos estipulados em seu projeto (Figura 4). Eles têm duas importantes capacidades: automatizar ações e interagir com outros agentes. Entretanto, o principal objetivo de um agente é: executar tarefas por nós (WOOLDRIDGE, 2009).

Na maioria dos ambientes de razoável complexidade, um agente não têm o completo controle sobre o mesmo, na melhor das hipóteses, influencia parcialmente sobre ele (WOOLDRIDGE, 2009). Isto é, a partir do ponto de vista de um agente, a mesma ação executada duas vezes, em circunstância aparentemente idênticas, pode ter efeitos completamente diferentes, ou até mesmo falhar em ter o efeito desejado (WOOLDRIDGE, 2009).

Um agente vai ter um repertório de ações disponíveis para serem executados, esse repertório determina sua capacidade de modificar o ambiente (WOOLDRIDGE, 2009). Entretanto, essas ações têm pré-condições associadas que determinam a possibilidade de serem executadas, ou seja, elas não podem ser realizadas em qualquer situação. Além disso, ações podem ser de diferentes tipos, alguns deles são (WOOLDRIDGE; JENNINGS, 1995):

- Reatividade: Perceber seu ambiente e responder em tempo hábil a mudanças que ocorrem, a fim de satisfazer os objetivos para o qual foram projetados;
- Proatividade: Exibir comportamentos direcionados pelos objetivos, tomando iniciativas que satisfazem os mesmos;
- Habilidade social: Interagir com outros agentes para alcançar seus objetivos.

Figura 4 – Agente interagindo com o ambiente



Fonte: WOOLDRIDGE (2009)

2.2.2 Ambiente

O ambiente corresponde ao local em que os agentes estão situados, executando suas ações e recebendo informações. Esses ambientes são classificados levando em consideração algumas propriedades (RUSSELL; SUBRAMANIAN, 1994):

- Acessibilidade ou Inacessibilidade: um ambiente acessível é aquele no qual o agente pode obter informações completas, precisas e atualizadas sobre o estado do ambiente;
- Determinístico ou Não-Determinístico: um ambiente determinístico é aquele no qual as ações têm um único efeito garantido, enquanto, em um não-determinístico, não há certeza do estado que resultará quando uma ação for executada;

- Estático ou Dinâmico: um ambiente estático é aquele que só sofre modificações por ações executadas por agentes. Em contrapartida, ambientes dinâmicos são aqueles que são modificados por outros processos, ou seja, sofrem mudanças fora do controle do agente;
- Discreto ou Contínuo: o ambiente é discreto se existir um número finito, fixo, de ações e percepções nele, enquanto, no contínuo, as ações e percepções são infinitas.

2.3 *Blockchain*

Uma revolução na economia se iniciou com o surgimento de uma alternativa para a moeda física, uma moeda digital que é transferida via Internet, emitida e apoiada não por uma autoridade central, mas por um sistema que usa um protocolo de consenso entre os usuários (SWAN, 2015), chamada Bitcoin. Esse sistema combina compartilhamentos de arquivos para-para (*peer-to-peer* - P2P) com criptografia de chave pública, e usa um registro público para armazenar todas as transações que tenham sido executadas. Desta forma, não há necessidade de usuários confiando uns nos outros, pois através de seus algoritmos as tentativas maliciosas para fraudar o sistema podem ser identificadas (SWAN, 2015).

O registro utilizado para armazenar as transações ficou conhecido como *blockchain*. Nela, todo o computador conectado a rede (nó completo) executa a tarefa de validar e transmitir transações, além manter uma cópia completa da *blockchain*, baixada automaticamente quando ele se junta a rede. Esses computadores, também chamados de mineradores, adicionam sequencialmente novos blocos que armazenam as mais recentes transações, e conseqüentemente, fazem com que a *blockchain* cresça continuamente e mantenha os blocos em uma ordem linear e cronológica (SWAN, 2015). Devido a esse funcionamento, a *blockchain* permite a desintermediação e descentralização de todas as transações, de qualquer tipo, entre partes distintas, ou seja, ela suporta pagamentos, trocas, emissão, transferência de propriedades físicas ou intelectuais, entre outros tipos de transações (SWAN, 2015).

Outra maneira de entender *blockchain* é tratá-la como outra camada executada na pilha de protocolos da Internet, ou seja, é um nível a mais para a Internet que permite transações econômicas, como, pagamentos imediatos ou de longo prazo em moeda digital e de forma mais complexa contratos financeiros (SWAN, 2015). Entretanto, a aplicação de *blockchain* não se limita a transações econômicas, mas também podem atuar como um sistema de registro e inventário para o armazenamento, rastreamento, monitoramento e transferência de propriedades (SWAN, 2015). Assim, podemos ver a *blockchain* como uma grande planilha - que registra as propriedades - e um sistema contábil - que registra as transações realizadas, com qualquer tipo de propriedade mantidas em escala global (SWAN, 2015).

A tecnologia da *blockchain* é vista como a principal inovação tecnológica introduzida pelo Bitcoin, pois é um mecanismo que traz garantia para as transações que ocorrem na rede, eliminando a necessidade de ter que estabelecer confiança com a outra parte da transação ou

com um intermediário (SWAN, 2015). Assim, o potencial dos benefícios da *blockchain* pode ser mais que somente econômico, ele pode se estender para domínios políticos, humanitários, sociais e científicos, sendo que esta capacidade do *blockchain* já está sendo aproveitada por diferentes grupos para resolver problemas do mundo real, principalmente em situações em que o interesse público transcende a estrutura de poder governamental (SWAN, 2015). Sendo assim, *blockchain* pode ser uma tecnologia aplicável em casos de inventários, trocas, além de questões de propriedade físicas (ex. carros, casas) ou intelectuais (ex. voto, ideias, reputação, intenção, dados de saúde), campo de finanças e afins (SWAN, 2015).

A descentralização habilitada através da *blockchain*, pode se tornar uma tecnologia disruptiva e um paradigma da computação mundial, com potencial para reconfigurar grande parte das atividades humanas de forma tão impregnada como a Web (SWAN, 2015).

2.3.1 Contratos Inteligentes (*Smart Contracts*)

De modo geral, os contratos ampliaram o escopo de transações para além de simples compra e venda, eles acrescentaram requisitos complementares as negociações. Da mesma forma, os contratos inteligentes se propõe a esse mesmo objetivo, porém no contexto da *blockchain* (SWAN, 2015).

No sentido tradicional, um contrato é um acordo entre duas ou mais partes sobre ações a serem tomadas. De modo semelhante, os contratos inteligentes apresentam o mesmo tipo de acordo, mas ele remove a necessidade de confiança entre os envolvidos, uma vez que, no conceito de contratos inteligentes, “o código é a lei”, no sentido de que, a partir do momento que é iniciado, o código vai ser executar independente das mudanças que possam ocorrer. Isto é, um contrato inteligente é definido, executado e garantido pelo código automaticamente (SWAN, 2015). Dentre as várias *blockchain* que utilizam esse conceito, o Ethereum apresenta destaque, ele possibilita o *upload* de contratos inteligentes para serem executados na rede.

Uma definição formal para os contratos inteligentes, é a de que são contratos utilizados para firmar acordos via *blockchain*. Existem três elementos que fazem os contratos inteligentes distinto, são: a autonomia, a autossuficiência e a distribuição (SWAN, 2015).

- Autonomia: Após a iniciação, os contratos inteligentes podem continuar tomando decisões sem a necessidade de manter contato com seus agentes iniciadores;
- Auto-suficientes: Os contratos inteligentes podem arrecadar recursos através do fornecimento de serviços e gastar ou trocar esses recursos por outros;
- Distribuição: Os contratos inteligentes não existem em um único servidor, eles são distribuídos e executados nos nós da rede.

Os contratos inteligentes permitem que problemas comuns sejam solucionados de modo a minimizar a necessidade de confiança. Assim, pode-se tirar o julgamento humano da equação, permitindo a completa automação (SWAN, 2015).

2.4 Análise de domínio

O artifício utilizado para que carros não sejam feitos do zero, mas a partir de padrões desenvolvidos e adaptados ao longo do tempo, também beneficia a área engenharia de software, sendo o seu nível uma das principais razões para a maturidade da área, decorrente da criação de *frameworks* e outros produtos que agilizam a produção de novos sistemas (KANG et al., 1990). Geralmente, as organizações fazem o reuso de produtos, processos e todo tipo de conhecimento para alcançar o principal objetivo da engenharia de software: desenvolver sistemas confiáveis e de alta qualidade dentro do prazo e do orçamento (BASILI; CALDIERA; CANTONE, 1992).

Nesse contexto, a Análise de Domínio foi considerado o principal fator no sucesso para alcançar a reusabilidade (ARANGO, 1994a; PRIETO-DIAZ, 1990) em engenharia de software. Neighbors (1980) define esse conceito como: um processo pelo qual somos capazes de explorar semelhanças em uma área de conhecimento através da captura de experiências e identificando as diferenças existentes. Sendo essa área de conhecimento, também conhecida como domínio, caracterizada por uma família de sistemas relacionados. Desse modo, a análise de domínio é considerada o mesmo que análise de sistemas, mas ao invés de ser aplicado a único sistema é feito com vários sistemas semelhantes (JATAIN; GOEL, 2009). Diante disso, atualmente, existem várias definições para análise de domínio, algumas podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 – Definições de Análise de Domínio

	Identificar objetos e operações de um domínio
	Análise de sistema para um conjunto de sistema em domínio
Definições de Análise de Domínio	Identificar, organizar e modelar informação para produzir requisitos de software
	Processo que define arquitetura de software e códigos reutilizáveis
	Identifica domínios no qual reuso de certas experiências é eficaz
	Determinar características que satisfazem o domínio ótimo

Fonte: JATAIN; GOEL (2009)

Os métodos de análise de domínio visam fornecer o meio para facilitar o alcance de reuso de alto nível (FERRÉ; VEGAS, 1999; JATAIN; GOEL, 2009; PRIETO-DIAZ, 1990), ou seja, eles buscam identificar, organizar e modelar conhecimento, para gerar produtos de domínio que

representam as funcionalidades comuns e a arquitetura de um domínio (FERRÉ; VEGAS, 1999). De forma que, diferentes aplicações nesse mesmo domínio poderão ser representadas através dos modelos de domínio produzidos pela análise de domínio (KANG et al., 1990). Assim, todas as informações produzidas na análise de domínio estarão prontamente disponíveis para auxiliar o desenvolvimento de novos sistemas no domínio (FERRÉ; VEGAS, 1999; PRIETO-DIAZ, 1990; ARANGO, 1994a). De acordo com Arango (1994a) alguns dos objetivos específicos na análise de domínio são:

- Estabelecer uma linguagem de especificação que seja suficiente para descrever todos os sistemas em um domínio. A linguagem de domínio deverá expressar todos os conceitos básicos usados para descrever sistemas no domínio: entidades, atividades, eventos, relacionamentos e restrições sobre eles;
- Identificar uma arquitetura e componentes do domínio, que possam montar implementações para todas as especificações que podem ser formuladas na linguagem;
- Definir o mapeamento para combinar especificações com arquiteturas relevantes e componentes inequivocamente;
- Definir uma arquitetura e os componentes, de forma que possam ser adaptados usando predefinição, custo mínimo, mecanismo de estrutura (ex. composição, instanciação de parâmetros, e especialização).

Na análise de domínio, experiência e conhecimento são acumulados até um limiar, esse limiar é o ponto que abstrações podem ser realizadas e as informações disponibilizadas para reutilização (PRIETO-DIAZ, 1990). Contudo, para que as informações possam ser analisadas é necessário experiência suficiente para alcançar o limiar e implementações de sistemas no domínio. Entretanto, o conhecimento de domínio só evolui naturalmente e com o tempo (PRIETO-DIAZ, 1990).

A análise de domínio está relacionada com a análise de requisitos e projetos de alto nível, ela é realizada em um escopo muito mais amplo, o que gera resultados diferentes (KANG et al., 1990). Diferente da análise de requisitos, a análise de domínio engloba, em vez de um único sistema, uma família de sistemas e gera um modelo de domínio com parametrização para acomodar as diferenças, e uma arquitetura padrão para o desenvolvimento (KANG et al., 1990). Assim, um modelo de domínio ideal seria aplicável ao longo de todo o ciclo do software, desde a análise de requisitos até a manutenção (KANG et al., 1990). Para isso, a análise de domínio usa a abstração de elementos que fazem uma aplicação diferente da outra, e a implementação no domínio especifica e reintroduz os elementos abstraídos (KANG et al., 1990). Esse processo de abstração utiliza um conjunto de conceitos fundamentais (KANG et al., 1990):

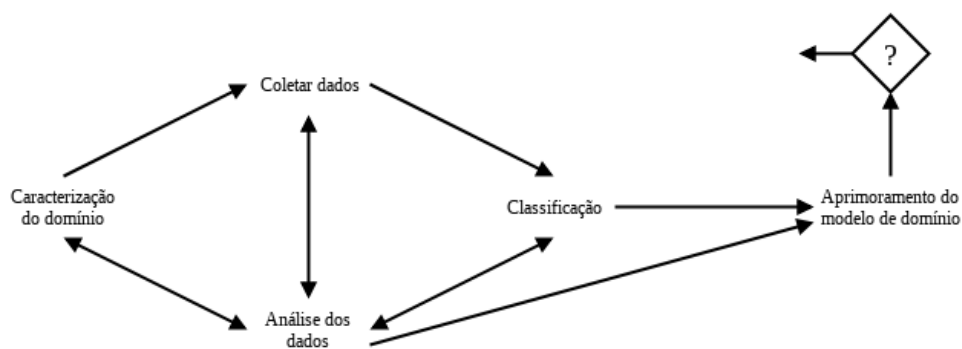
- Agregação: Gera um elemento a partir da coleção de outros elementos;

- Decomposição: Desfaz um elemento agregado em elementos que o constituem;
- Generalização: Remove semelhanças de uma coleção de elementos gerando assim um elemento conceitual suprimindo diferenças (BORGIDA; MYLOPOULOS; WONG, 1984);
- Especialização: Redefinir um elemento genérico em outro, incorporando detalhes (BORGIDA; MYLOPOULOS; WONG, 1984);
- Parametrização: Valores de parâmetros estão embutidos nos elementos para ajustá-los em formas diferentes (GOGUEN, 1984).

A proposta dos processos da análise de domínio são identificar e estruturar informações para o reuso (PRIETO-DIAZ, 1990). Tipicamente, essas atividades só trazem resultados concretos depois que vários "dos mesmos" sistemas foram construídos (PRIETO-DIAZ, 1990) e que os conhecimentos sobre esses sistemas foram desenvolvidos. Nos processos de análises de domínio também são empregados técnicas tradicionalmente utilizadas no desenvolvimento de sistemas de software, como decomposição funcional e de dados, orientação à objetos e técnicas de definição de características (FERRÉ; VEGAS, 1999). Os processos de análise de domínio também são influenciados pelo tipo de objeto que será reutilizado e do problema de reuso a ser solucionado, como, construir bibliotecas de elementos reutilizáveis, sistematização da construção de elementos, melhoria de elementos reutilizáveis, entre outros (FERRÉ; VEGAS, 1999).

Em um primeiro momento, os métodos de análise de domínio podem aparentar seguir diferentes processos para obter o modelo de domínio. Entretanto, um estudo feito por Arango (1994b) mostra que todos os métodos seguem um processo comum (Figura 5).

Figura 5 – Representação do processo comum seguido por todos o métodos de análise de domínio



Fonte: FERRÉ; VEGAS (1999)

- Caracterização do domínio e planejamento do projeto: A verificação da viabilidade e planejamento do projeto são feitas;
- Coletar dados: As fontes de dados são levantados;

- **Análise dos dados:** Os elementos reutilizáveis são descritos e identificados as semelhanças e diferenças entre eles;
- **Classificação:** As informações geradas na análise dos dados são refinadas, as descrições semelhantes são agrupadas, características comuns relevantes são abstraídas a partir da descrição de cada grupo, novas descrições são adicionadas para existentes ou novos grupos, grupos são reorganizados e as abstrações são dispostas em uma hierarquia de generalização;
- **Aprimoramento do modelo de domínio:** O modelo de domínio obtido e qualquer defeito encontrado são corrigidos. Alguns métodos incluem referências para passos dessa atividade, embora não especifiquem explicitamente tarefas ou objetivos.

Na análise de domínio existem várias fontes de informação cada uma com suas vantagens e desvantagens no tipo de informação ofertada. A Tabela 2 fornece uma visão geral dessas fontes de informação.

O processo de concepção por abstração para identificar características comuns é frequentemente associado com experiência. Usufruindo disso, especialistas têm criado uma larga coleção de templates, abstraídos através da experiência. Esses templates são criados a partir da tentativa de solucionar problemas, que possibilita o chamado reuso de conhecimento encapsulado (PRIETO-DIAZ, 1990). Desse mesmo modo, a análise de domínio é um método que conduz para a identificação, abstração e encapsulação de informação (PRIETO-DIAZ, 1990), gerando produtos que são agrupados em um modelo de domínio. Assim, aplicações no domínio podem ser desenvolvidas a partir de refinamentos desse modelo (KANG et al., 1990).

A análise de domínio é uma metodologia que tem origem na área de engenharia de software, ela sofre com barreiras devido a complexidade e a grande quantidade de tempo requerido para desenvolvê-la (JATAIN; GOEL, 2009). Por este motivo, as produções da mesma, muitas vezes, não são finalizadas (KANG et al., 1990), pois o surgimento de novas aplicações no domínio, em contexto diferentes, faz com que esses evoluam constantemente. Entretanto, a vantagem de poder alcançar o reuso eficaz, faz com que essa metodologia não se limite a área de origem, pois como pode ser visto na Figura 6, essa análise é uma metodologia que produz diferentes tipos de saídas, que tem múltiplas fontes de informações, podendo reutilizar trabalhos de outras disciplinas (PRIETO-DIAZ, 1990), e altamente parametrizada (CHAMPEAUX; LEA; FAURE, 1993). Portanto, a análise de domínio pode beneficiar significativamente trabalhos em outras áreas (PRIETO-DIAZ, 1990), que buscam alcançar o reuso com êxito (JATAIN; GOEL, 2009).

Tabela 2 – Fontes de Informação para a Análise de Domínio

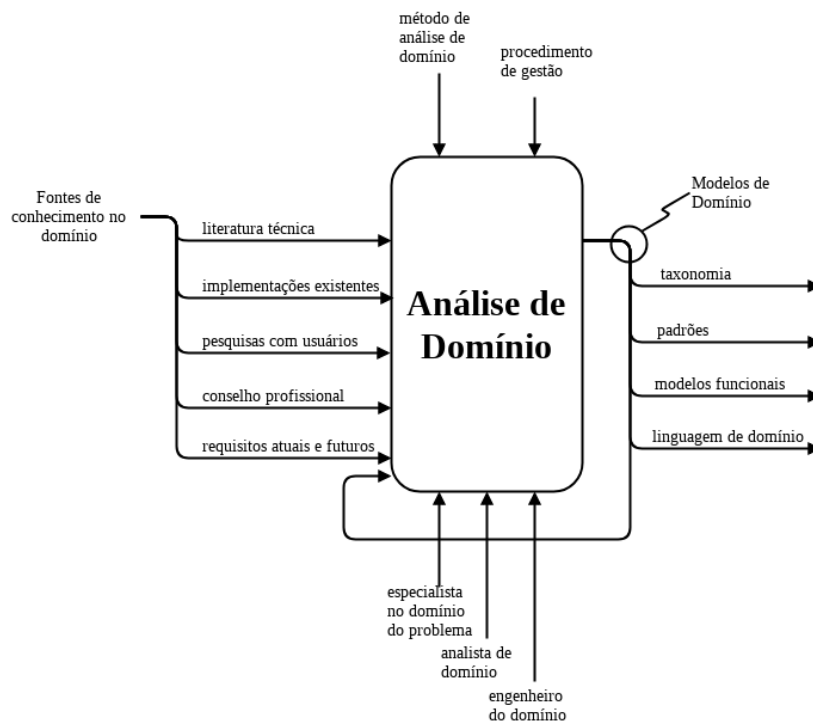
Fonte	Vantagens	Desvantagens
Livros	Boa fonte de conhecimento no domínio, teorias, métodos, técnicas, modelos	Reflete unicamente visão específica do autor Pode usar modelos idealizados ou tendenciosos
Padrões	Representa modelo de referência padrão para o domínio	Modelo pode não ser atual com novas tecnologias
Aplicações Existentes	Mais importante fonte de informação de conhecimento no domínio Pode ser diretamente usado para determinar recursos visíveis para o usuário Documento de requisitos disponíveis para a modelagem de domínio Projeto detalhado e código fonte mostra a arquitetura	Custo de analisar muitos sistemas é alto
Especialistas no Domínio	Pode fornecer informação contextual não disponível em outro lugar Pode ser consultado durante a análise de domínio e validar o produto gerados	Especialistas têm diferentes áreas de especialidades, muitos especialistas podem ser necessários

Fonte: KANG et al. (1990)

2.4.1 *Feature-Oriented Domain Analysis Method (FODA)*

Componentes que somente capturam características comuns de aplicações no domínio, tem alto grau de reusabilidade devido a sua generalização. Contudo, o tempo de desenvolvimento ao utilizarmos um componente genérico pode ser mais alto que se usássemos um componente que é menos genérico, por conter recursos específicos do aplicativo pretendido.

Para maximizar a reusabilidade, o FODA defende que aplicações no domínio sejam abstraídas em um nível onde as diferenças entre as aplicações não sejam relevantes. Entretanto, esse método é livre da dificuldade de ter componentes muito genéricos, pois além de fornecer componentes genéricos, ele ainda disponibiliza a possibilidade de haver refinamentos desses componentes em vários níveis, ou seja, possibilita a especialização. De modo que, os fatores

Figura 6 – Descrição do contexto da análise de domínio

Fonte: PRIETO-DIAZ (1990)

que fazem cada aplicação única são incorporadas em refinamentos posteriores, entretanto, a incorporação deve ser atrasada tanto quanto possível.

Com o objetivo de abstrair elementos de um domínio para reuso, o FODA busca identificar características de um domínio (JATAIN; GOEL, 2009). Esse método suporta reuso em nível funcional e arquitetural (KANG et al., 1990). O principal objetivo do método FODA, é o desenvolvimento de produtos genéricos e amplamente aplicáveis no domínio (KANG et al., 1990).

Desta forma, esse método aplica a agregação e generalização para capturar as semelhanças das aplicações no domínio em termos de abstrações e diferenças entre aplicações, inseridas em refinamentos (KANG et al., 1990). O resultado dessa metodologia é um produto de domínio constituído de uma coleção de abstrações e uma série de refinamentos de cada abstração com parametrização (KANG et al., 1990).

Entender quais as diferentes aplicações no domínio é fundamental para sua análise, pois é a base para que ocorra a abstração (KANG et al., 1990). Uma abstração pode frequentemente ser decomposta ou especializada (KANG et al., 1990). São definidos parâmetros para especificar o contexto para cada refinamento específico (KANG et al., 1990). O FODA busca identificar fatores que causam diferença entre aplicações em um domínio e usa essas diferenças para parametrizar os produtos de domínio (KANG et al., 1990).

A proposta da parametrização é desenvolver componentes genéricos que podem ser

adaptados de maneira que forneça valores para parâmetros (KANG et al., 1990). O método aplica o conceito de parametrização para outros produtos de engenharia de software, incluindo requisitos e projeto (KANG et al., 1990).

Alguns dos produtos utilizados para desenvolver aplicações no domínio, são:

- Modelo de contexto: usado por analistas de requisitos, para determinar se a aplicação está em um domínio no qual um conjunto de produtos do mesmo está disponível;
- Diagrama de características: se as aplicações estão no domínio, então o diagrama de características pode ser usado pelo analista de requisito, para negociar a capacidade da aplicação com o usuário. O modelo de características identifica características comuns (obrigatórias), alternativas e opcionais;
- Dicionário de terminologia: contém descrições e significados dos termos relevantes, importante quando domínio tem termos novos, não-claros ou sem consenso;
- Modelos de fluxo de dados: mostra definições do funcionamento interno, ocultando informações que um usuário não necessita ver;
- Modelo de características: melhor meio de comunicação para fornecer uma visão que o usuário possa entender;
- Modelo de entidade de relacionamento: utilizado pelo analista de requisitos para adquirir conhecimento sobre as entidades no domínio e suas interrelações. Entender o domínio vai ajudar o analista a entender o problema do usuário;
- Modelo funcional: utilizado pelo analista para definir os requisitos do produto do domínio. Se os problemas do usuário são todos refletidos pelo modelo de características, então os requisitos podem ser facilmente derivados a partir do modelo, selecionando as características embutidas no modelo como parâmetro;
- Modelo de arquitetura: usado pelo designer como um projeto de alto-nível para aplicações. Novamente, se o problema do usuário são refletidos no modelo de características, um projeto pode ser facilmente derivados a partir do modelo arquitetural. Se o problema não são representadas, então o modelo de arquitetura deverá ser aprimorado.

A Tabela 3 resume esses produtos e sua utilização no desenvolvimento do domínio, agrupando as atividades em fases com entradas e saídas para cada atividade, mostra como cada saída de uma atividade pode ser utilizada em outras.

Tabela 3 – Resumo do Método FODA

Fase	Entradas	Processo	Produto	Descrição
Análise de Contexto	Ambiente de operação, Padrões	Análise de contexto	Modelo de contexto	Ambientes no qual as aplicações vão ser usadas e operadas
Modelagem de Domínio	Características, Modelo de contexto	Análise de características	Modelo de características	Perspectiva do usuário final da capacidade da aplicação em um domínio
	Conhecimento do domínio	Modelagem de entidade de relacionamento	Modelo de entidade de relacionamento	Entendimento dos desenvolvedores sobre as entidades de domínio (objetos) e seus relacionamentos
	Tecnologia do domínio, Modelo de contexto, Modelo de características, Modelo de entidade de relacionamento, Requisitos	Análise Funcional	Modelo de fluxo de dados Modelo de máquina de estado finito	Perspectiva do analista de requisitos sobre a funcionalidade de aplicativos no domínio
	Tecnologia de implementação, Modelo de contexto	Modelagem Arquitetônica	Modelo de interação de processos	Perspectiva do designer de estrutura de alto nível (arquitetura) das aplicações
Modelo de recursos, Modelo de relação de entidade, Informações de design	Gráficos de estrutura de módulos			

Fonte: KANG et al. (1990)

3 CARACTERIZAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS DESCENTRALIZADAS

Para a realização da caracterização, foi utilizada a análise de domínio, visando definir as características presentes em DAOs, através da análise informações e DAOs de diferentes contextos para verificar características recorrentes. Por essa caracterização se preocupar com aspectos mais conceituais sobre o domínio, utilizamos o *Feature-Oriented Domain Analysis Method* (FODA), método de análise de domínio orientado a características, pois ele não se preocupa com formas de implementação (FERRÉ; VEGAS, 1999). Todos as notações utilizadas estão de acordo com que o FODA estabelece, com exceção diagrama de caracterizas, que foi utilizado uma notação presente em Batory (2005), pois é mais atual e traz expressividade para o diagrama individualmente.

O método FODA possibilitou a criação do diagrama de características, que expõe as principais características (obrigatórias e opcionais) em um domínio. Entretanto, esse diagrama somente pontua as características, ou seja, ele não descreve com profundidade cada característica ou a relação entre elas. Desse modo, além do diagrama, descreveu-se as características de modo mais aprofundado, explicando suas relações, em uma análise descritiva.

3.1 Análise de Domínio de Organizações Autônomas Descentralizadas

No método FODA, as características são estabelecidas no diagrama de características. Entretanto, por ser um método serial, os produtos de uma fase são utilizados em fases subsequentes, portanto, para obter o diagrama de características, presente na fase de modelagem de domínio, foi necessário gerar produtos de fases anteriores, que serviram de base para conceber o diagrama de características. Como o objetivo deste trabalho é a caracterização, a metodologia foi realizada até a fase de modelagem do domínio, mais precisamente, até a atividade de análise de características.

Durante a análise de domínio, foi considerada a definição de “[...] organização como uma entidade social na qual as pessoas interagem entre si para alcançar objetivos específicos [...]” (CHIAVENATO, 2003), sendo essa definição de organização mais ampla, pois, não restringe organização a administração. Além disso, considerou-se os conceitos SMA e organização descentralizada associados a DAO.

3.1.1 Escopo do Domínio

Para compreender o domínio é essencial estabelecer os limites do mesmo, pois sem eles a análise pode levar a um definição muito abrangente, conseqüentemente, levar à um modelo de

domínio com pouca reutilização, pouco claro ou sem um escopo lógico (KANG et al., 1990). Desse modo, a fase de análise de contexto do método FODA é responsável por fornecer o escopo do domínio, que estabelece a abrangência do domínio (KANG et al., 1990). Logo, para definir esse escopo, foi necessário fontes de conhecimento em que se colheu informações a respeito de DAO. Assim, as seguintes fontes foram definidas:

- Literatura do domínio: Informações sobre o domínio foram retiradas de artigos e *surveys*, também foram analisados livros sobre os assuntos correlacionados, organizações e SMA. Documentos exclusivos do The DAO e EUREKA, foram utilizados como literatura;
- Especialistas no domínio: As informações foram colhidas a partir de textos disponibilizados em sites pelos especialistas. Pois, o conhecimento está de forma estruturada e organizada;
- DAOs: Informações sobre a experiência de usuário nos recursos das DAOs, The DAO ¹ e EUREKA ².

Foram utilizadas literaturas direcionadas exclusivamente a DAO para obter um conhecimento básico sobre o assunto. Posteriormente, foi realizada uma revisão sobre os textos disponibilizados em sites de pessoas e organizações especialistas no domínio para obter informações sobre suas concepções de DAO, informações mais aprofundadas e a perspectivas desses especialistas sobre o futuro do assunto. Para a visualização de modo mais explícito das fontes de informações e suas utilizações neste trabalho, a Tabela 4 sumariza essas fontes e expõe uma breve descrição de cada uma, essa descrição apresenta o tipo de conhecimento obtido e de que forma ele foi capturado.

Nessa revisão, se verificou que Buterin (2014) expõe uma relação entre o conceito de DAO e SMA, mais precisamente, agentes autônomos, um dos principais aspectos desse sistema. A partir dessa premissa, tornou-se possível analisar a relação de DAO com outros aspectos presentes em SMA. Além desta relação, coube relacionar DAO com o conceito de Organização Descentralizada, por trazer essa ideia anunciada no próprio termo, Organizações Autônomas Descentralizadas. No momento em que DAO é encaixada em uma hierarquia, a tomada de decisão deixa de estar concentrada na alta administração, e passa a ser distribuída entre os entes mais próximos da área de impacto. Dessa forma, a autonomia de DAO caberia aos agentes, enquanto a descentralização estaria relacionada as Organizações Descentralizadas. A análise das DAOs, The DAO e EUREKA, contribuíram para especificar, de forma mais minuciosa, o conceito de Organizações Descentralizadas dentro de DAO.

A partir dos conhecimentos básicos obtidos sobre o domínio e das relações deste com os conceitos de SMA e Organizações Descentralizadas, foi gerado o diagrama de estrutura. O

¹ "The DAO (organização) – Wikipédia, a enciclopédia livre." <[https://pt.wikipedia.org/wiki/The_DAO_\(organiza%C3%A7%C3%A3o\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/The_DAO_(organiza%C3%A7%C3%A3o))>. Acessado em: 25 out, 2018.

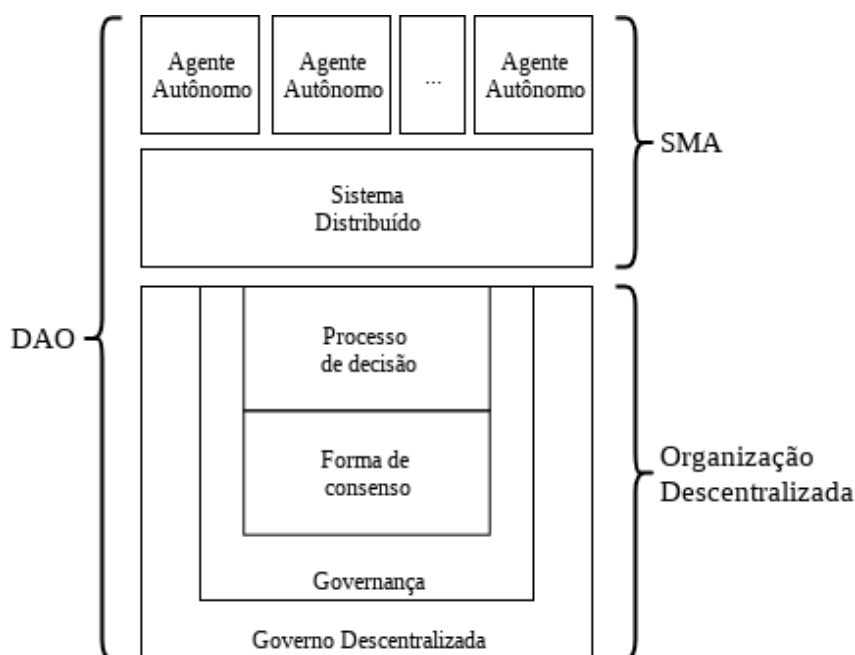
² "EUREKA by ScienceMatters." <<https://eurekatoken.io/>>. Acessado em: 5 dez, 2018

Tabela 4 – Utilização das Fontes de Informação

Fonte	Tipo	Descrição
Literatura no domínio	Literatura básica	Conhecimento base para compreender DAO disponíveis em textos em sites
	Literatura específica	Conhecimento aprofundado sobre DAO, organizações, organizações descentralizadas, SMA e conceitos relacionados (agente e ambiente) disponíveis em artigos, livros e surveys
Especialistas em DAO	Indivíduos, Organizações	Conhecimento aprofundado, perspectivas sobre DAOs e futuro do assunto disponíveis em textos de sites
Aplicações de DAO Existentes	The DAO	Detalhes sobre DAO no contexto de uma organização intermediadora para financiamento de projetos encontrados em documentação específica, artigos, textos em sites e surveys
	EUREKA	Detalhes sobre DAO no contexto de uma organização similar a uma editora científica disponíveis em documentação específica e textos em sites

objetivo desse diagrama (Figura 7) é evitar possíveis afastamentos do domínio. Desse modo, o diagrama mostra a posição do domínio de DAO em relação aos demais. Assim, DAO é mostrada na parte externa, pois não há um domínio de nível mais alto que a englobe.

Figura 7 – Diagrama de estrutura de DAO



Para compreender melhor como o diagrama (Figura 7), a subestrutura de DAO, Organização Descentralizada, fica especificada em: Governo descentralizado, mais externa e influencia as mais internas, define que as tomadas decisões deverão ser descentralizadas; Governança, trata da forma com que as decisões serão tomadas (leis, normas, votação, entre outros); Forma de consenso, faz parte da governança e define, caso necessário, a forma com que se chegará a um acordo (ex. maioria simples); Processo de decisão, também faz parte da governança e sofre influência da forma de consenso, ele estipula, caso necessário, como se dará a tomada de decisão na descentralização, ou seja, quando diversas pessoas tem o poder de opinar (ex. votação). Enquanto, a subestrutura SMA, é definida somente pelos seus principais recursos: Agentes autônomos, podendo haver um ou mais, cada agente terá seus objetivos específicos e podem cooperar entre si para alcançar o objetivo principal, no caso de DAOs, o objetivo da organização; e Sistema Distribuído, que faz o papel de ambiente no qual o agente irá interagir, no caso de DAO, uma rede P2P (ex. *blockchain*).

A relação entre algumas fontes e os componentes do diagrama de estrutura pode ser visualizada na Tabela 5:

Tabela 5 – Relação entre autores e componentes do diagrama de estrutura

	(BUTERIN, 2014)	(BLOCKCHAINHUB, 2018)
Agente Autônomo	Propõem a ideia de agentes autônomos Executa tarefas que automação não é suficiente Realiza algumas decisões por si só	
Sistemas distribuído	Existe na Internet	Rede distribuída liga os interessados
Processo de decisão	DAO e humanos	
Forma de consenso	Interesses individuais para levar consenso Ataque da conspiração no consenso	Regras de consenso dentro da governança Disponibilizado pelo blockchain
Governança	Consenso relacionado a governança	Regras de governança Normas que estrutura, sustenta e regula as interações entre entes Regula o processo de decisão. Processo de governo através de leis e normas
Governo descentralizado	Várias pessoas com poder de decisão	Tomada de decisão com várias pessoas, Independente de nível hierárquico, Diferente da definição formal

Na avaliação DAO EUREKA, pode-se observá-la como uma organização que busca prover serviços a clientes, esses serviços tem processos similares ao de uma editora científica (ex. revisão e publicação). Entretanto, como os seus próprios processos não tem a aptidão necessária para realizar a avaliação dos artigos submetidos, ela contrata funcionários para realizar as revisões e envia as informações necessárias para que essa tarefa seja desenvolvida (ex. artigo e critérios de avaliação). Após os funcionários realizarem a avaliação, e enviarem para a DAO, cabe a mesma, fazer o pagamento pelo trabalho. Além disso, o objetivo do desenvolvimento do EUREKA é de servir como plataforma para o ScienceMatters³, ou seja, o EUREKA também fornece serviços para outra organização.

³ ScienceMatters | ScienceMatters."<<https://www.sciencematters.io/>>. Acessado em: 6 dez, 2018

The DAO, igualmente a DAO EUREKA, fornecia serviços à clientes, entretanto, como uma plataforma de financiamento, similar ao Kickstarter⁴, visando principalmente outras organizações. Nela, outras organizações submetiam seus projetos para a avaliação e caso fossem aprovados, eram financiados para, posteriormente, serem desenvolvidos. Os projetos, podiam ser DAOs ou outras aplicações de *Smart Contract* e eram avaliados pelos investidores que possuíam o poder de decisão na The DAO. Esses investidores votavam nos projetos que pretendiam financiar, e, quando os projetos geravam lucros, os dividendos eram automaticamente redirecionados para o The DAO e distribuídos entre os investidores.

Além dos aspectos específicos apresentados pela The DAO e EUREKA, de um modo geral, DAOs vão receber restrições e parâmetros, que estão relacionados as normas e outros regimentos internos da organização, definindo procedimentos a serem tomados sem intervenções externas. Desse modo, os principais objetivos levantados para a realização da análise de domínio da The DAO e EUREKA podem ser resumidos na Tabela 6.

Tabela 6 – Principais objetivos na The DAO e EUREKA

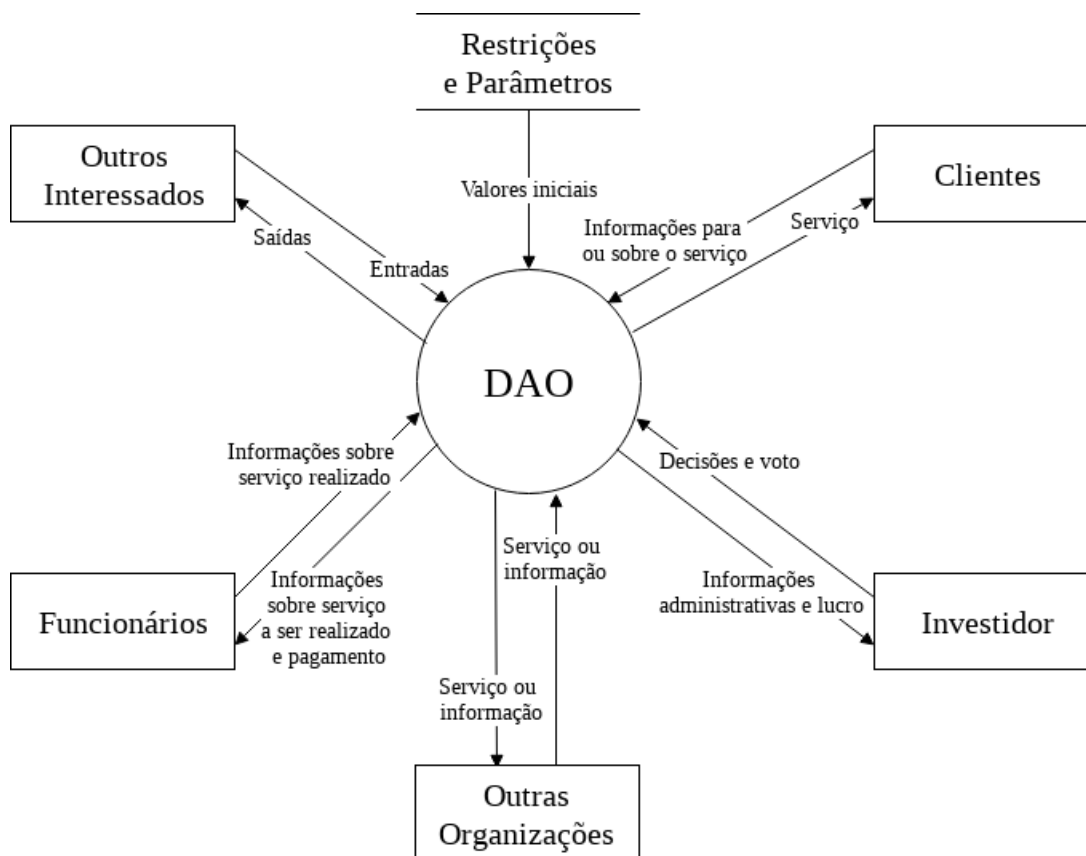
DAO	Descrição	Principais Objetivos
The DAO	Organização de investimento	Receber projetos de outras organizações; Encaminhar o dinheiro para financiamento do projeto; Disponibilizar a proposta para a avaliação dos investidores; Gerenciar a votação dos investidores para os projetos a serem financiados; Receber o lucro repassado pelos projetos; Repassar dividendos para os investidores.
EUREKA	Editora científica	Prover serviço a clientes; Contratar funcionários para realizar revisões; Enviar informações necessárias para os funcionários realizarem as revisões; Receber as avaliações dos funcionários; Fazer o pagamento para os funcionários; Fornecer seus serviço a organização ScienceMatters.

As relações apresentadas pela The DAO e EUREKA podem ser sintetizadas no seguinte diagrama de contexto (Figura 8). O diagrama exibe o fluxo de dados que ocorrem entre DAO e outros entes significativos, também mostra os fluxos de entrada e saída de dados entre os entes. Esse arranjo mostra de que forma as relações se mantêm entre uma DAO e seus entes externos. Esse diagrama possibilita a ampliação de informações, pois o retorno aos investidores podem ir além dos dividendos, suportando o envio de informações administrativas, de modo similar as informações de serviços recebidas pelos funcionários. No mesmo, foi adicionado mais um

⁴ "Kickstarter." <<https://www.kickstarter.com/>>. Acessado em: 6 dez, 2018

ente externo, ao qual DAO se relaciona, Outros Interessados, esses não serão fornecidos por serviços e nem forneceram, mas prestarão serviços a terceiros, por exemplo, como todas as organizações estão passíveis de auditoria externa⁵, podendo ser requisitada pelos seus investidores, os responsáveis por realizar essa auditoria seriam os outros interessados.

Figura 8 – Diagrama de contexto de DAO



A Tabela 7 apresenta a relação de autores e o que eles propõem como entes externos de comunicação da DAO. Assim, de modo sintetizado, pode ser observado no diagrama de contexto (Figura 8) os fluxos de entradas e saídas entre DAO e seus entes externos, e pode-se visualizar que: Antes de ser iniciada a DAO recebe restrições e parâmetros; A DAO pode fornecer serviços à clientes, e se necessário, os clientes podem fornecer informações para entregar o serviço e gerar *feedbacks* para melhorar a acurácia do mesmo; A DAO pode ter decisões internas sendo propostas e votadas por quem tem poder de decisão, aqui chamados de investidores, informações administrativas também são transmitidas para essas pessoas, além de possíveis lucros obtidos; A DAO pode ter interações com outras organizações, podendo ser outras DAOs, fornecendo serviços ou informações e sendo fornecida, o que diferencia da relação que há com os clientes; A DAO pode ter processos que ela não possa realizar, neste caso, funcionários são necessários para realizá-las, assim eles recebem informações sobre o serviço a ser realizado e fornecem *feedbacks*

⁵ "Auditoria externa – Wikipédia, a enciclopédia livre." <https://pt.wikipedia.org/wiki/Auditoria_externa>. Acessado em: 4 dez, 2018.

sobre eles, a DAO também pode ser responsável por fazer o pagamentos desses funcionários; Outros interessados na empresa podem ser adicionados, como exemplo dos auditores.

Tabela 7 – Relação entre autores e os componentes do diagrama de contexto

	(BUTERIN, 2014)	(HERTIG, 2018)	(BLOCKCHAINHUB, 2018)
Restrições e Parâmetros		Regras do funcionamento do sistema Estabelecidas antes da iniciação	Regras embutidas em código (Smart Contracts)
Clientes	Recebem serviços		
Investidores	Recebe dividendos Sem investimentos financeiros não-obrigatório	Qualquer um pode ser acionista	Proporção do lucro garantido aos acionistas
Outras Organizações	Pode interagir com outras organizações		
Funcionário	Realiza alguns processos para a DAO		Necessário para realizar alguns processos
Outros Interessados	DAO interagem formas diferentes de acordo com protocolos		

3.1.2 Modelo de Domínio

Diferentes métodos de análise de domínio geram diferentes modelos de domínios, pois esses modelos dependem do conhecimento que o método se propõem a sintetizar para o reuso. O objetivo de todos eles é expor o que os sistemas no domínio deverão ter ou fazer (KANG et al., 1990). Esses modelos de domínio descrevem diferentes aspectos, e suas alternativas, que podem ser selecionados para um sistema em processo de construção, ou seja, fornece as alternativas para a construção de uma aplicação no domínio (KANG et al., 1990).

O modelo de domínio do FODA é constituído por outros modelos, como: modelo de entidade de relacionamento, modelo de características, modelo funcional e dicionário de terminologia do domínio. Entretanto, para o objetivo deste trabalho, o modelo de características foi suficiente, pois fornece a principal base para a caracterização, o diagrama de características. Apesar do domínio de DAO ser recente e de rápida evolução, requerendo um dicionário de terminologias, os termos foram especificados na Seção 2.

3.1.2.1 Modelo de Características

O modelo de características expõe o espaço de requisitos de DAO conhecidas. Esse modelo abrange algumas das DAOs conhecidas atualmente, sendo elas de diferentes contextos. Logo, cada uma das DAOs podem ser vistas como uma instância do modelo. Esse modelo facilita a visualização, tanto para pessoas com pouco conhecimento no domínio, pois possibilita verificar as características possíveis que uma DAO pode proporcionar de forma clara e objetiva, quanto para especialista (analistas, desenvolvedores, pesquisadores, e afins), uma vez que fornece uma visão que facilite a análise e o desenvolvimento.

Nesse modelo, foram utilizados os resultados anteriores, requisitos presentes nas DAOs The DAO e EUREKA, e buscou-se também outras fontes de informações para definir as características que iriam compor o diagrama de características, como os especialistas. Essas informações estão apresentadas na Tabela 8).

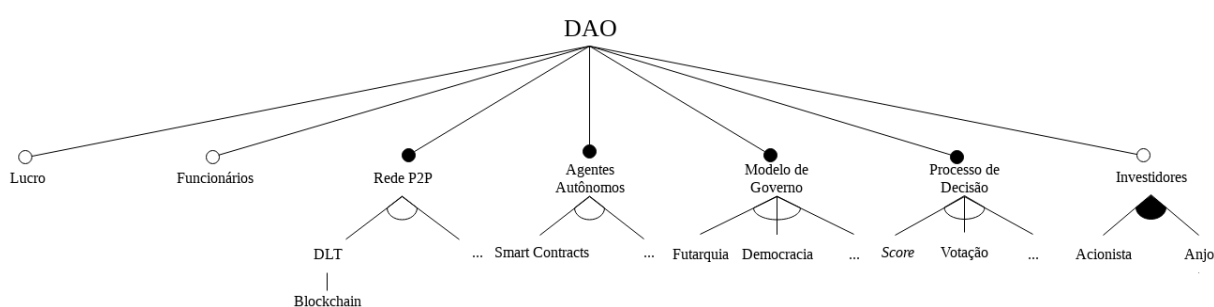
Tabela 8 – Relação entre autores e os componentes do diagrama de características

	(BUTERIN, 2014)	(HERTIG, 2018)	(BLOCKCHAINHUB, 2018)
Lucro	Pagar dividendos a acionistas Não precisam necessariamente		Garantido uma parte para acionistas
Funcionários	Realizarem processos que as DAOs não conseguem		
Rede P2P		Blockchain	Rede P2P como blockchain e similares
Agentes autônomos	Ideia de agentes autônomos Tarefas que só a automação é incapaz. Algumas decisões por si só	Regras nos contratos inteligentes	Regras embutidas em contratos inteligentes complexos
Modelo de governo	Furtarquia Outros modelos	Garantir criptograficamente a democracia	
Processo de decisão		Decisões feitas, nem todos relacionados a dinheiro Interessados podem votar para adicionar, modificar ou remover regras	Tem processo de votação
Investidores	Não, necessariamente tem investimentos financeiros Podem receber dividendos	The DAO - qualquer um poderia se torna acionista	Investimentos garantiam proporções dos lucros aos acionistas

Apesar das aplicações de DAO terem sido desenvolvidas utilizando *blockchain*, uma abstração de tal tecnologia pode ser realizada. A *Blockchain* se trata de uma Tecnologia de Registro Distribuído (*Distributed Ledger Technology - DLT*), que se caracteriza como uma rede P2P, sendo essa, o último nível que garante a descentralização como característica intrínseca, diferente do nível de abstração acima, sistema distribuído, que ainda possibilitam modelos de sistemas centralizados (COULOURIS et al., 2013).

Ainda que o modelo de características do método FODA proponha produtos além do diagrama de características, o mesmo foi suficiente para o objetivo desse trabalho, não sendo identificada uma relevância para a apresentação de outros produtos do método. Ademais, para este diagrama foi utilizada a nomenclatura disponível em BATORY, 2005, esta literatura apresenta o diagrama de características (Figura 9) como o elemento que expõe as principais características pertencentes ao domínio de DAO.

Figura 9 – Diagrama de características de DAO⁶



O diagrama possibilita a observação das seguintes características obrigatórias:

- Rede P2P: Sistemas distribuídos e descentralizados, onde os pares (peers) não possuem hierarquia entre si (COULOURIS et al., 2013) (ex. *Distributed Ledger Technology (DLT)* como o blockchain);

⁶ A notação "...no diagrama significa que podem existir novas características, mas que estão em análise. Por não está dentro do escopo deste trabalho, não houve a busca por esses novos conceitos

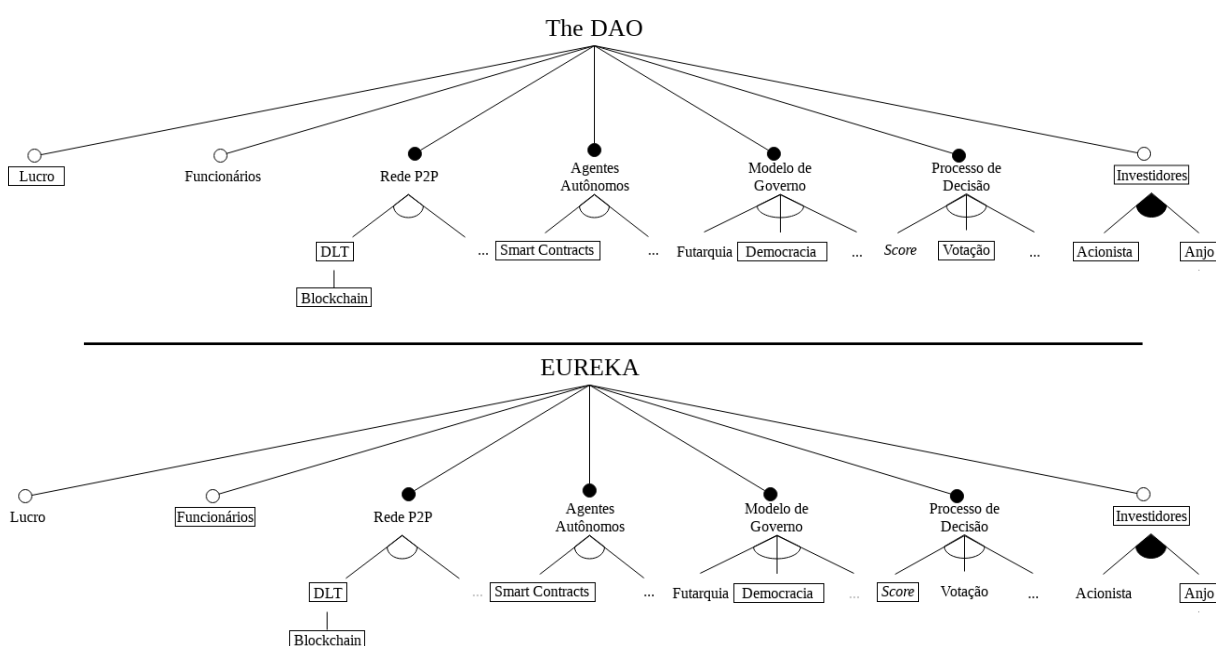
- Agentes Autônomos: Responsáveis por realizar processos passíveis de automação (No caso do blockchain, os *smart contracts*, entre outros);
- Modelo de Governo: Estipula de que forma o poder vai ser exercido dentro das DAOs (ex. Democrático, Futarquia⁷, entre outros);
- Processo de Decisão: Define de que forma as decisões vão ser tomadas (ex. Votação, *Score*, entre outros).

Enquanto, as características opcionais, de acordo com o mesmo, são:

- Lucro: Podendo haver ou não, está relacionado aos objetivos da organização;
- Funcionários: Se houver processos que não possam ser executado pela DAO, mas que sejam fundamentais para ela;
- Investidores: Contribuem para a DAO de forma financeira ou com conhecimentos (ex. Acionista, só há se houver lucro para ser distribuídos entre eles, e Anjo, pode contribuir de formas além do financeiro, como no desenvolvimento).

Para ilustrar o uso do diagrama de características, a Figura 10 exhibe uma comparação entre as DAOs, The DAO e EUREKA. Os retângulos destacam no diagrama as características, opcionais e selecionáveis, presentes em cada uma das DAOs. Esse destaque não é necessário para as características obrigatórias, pois elas encontra-se em qualquer DAOs.

Figura 10 – Comparação das características em The DAO e EUREKA



⁷ "Futarquia". <<https://medium.com/@maiavictor/futarquia-3b286ed8003c>>. Acessado em: 26 nov. 2018.

A partir dessa comparação, é possível notar que algumas características, como o "Lucro", estão presente na The DAO e ausentes no EUREKA, pois, no caso da obtenção de lucros, quando a The DAO fornece serviços, tem por objetivo gerar os mesmos para pagar dividendos a seus acionistas e reter parte para auto-sustento, por esta razão, denomina-se essas características como opcionais. Por outro lado, há características que estão presentes em ambas as DAOs, que fazem parte da sua estrutura básica, e são obrigatórias para a sua caracterização como Organizações Autônomas Descentralizadas, como o caso da presença de uma rede P2P.

3.2 Características de Organizações Autônomas Descentralizadas

As organizações são formadas por pessoas que compartilham objetivos e pelas relações que elas mantêm, logo, essa característica é inerente a qualquer tipo de organização, portanto, DAO compartilha dessa mesma característica. Entretanto, o diagrama de características fornece a base necessária para determinar as demais características presentes no conceito de DAO. Assim, é possível identificar mais 3 características fundamentais para o conceito, sendo algumas herdadas de SMA, distribuição e autonomia, e outra de organizações descentralizadas, a descentralização. A autonomia está relacionada aos agentes que realizam processos dentro das DAOs, enquanto a distribuição garante a descentralização, pois em ambientes não-distribuídos haverá apenas um ponto de controle, ou seja, será centralizado. A descentralização em DAOs é constituída por duas características obrigatórias associadas, o modelo de governo e o processo de decisão. O modelo de governo, obrigatoriamente descentralizado, define o que poderá entrar em pauta para a tomada de decisão, essa escolha deverá ser de modo que garanta a descentralização (ex. expressa na forma de pontuação para cada assunto, *score*, ou votar somente em um, votação).

3.2.1 Autonomia

Um sistema no qual as ações são baseadas unicamente no conhecimento embutido e não leva em consideração seu conhecimento adquirido, é um sistema em que se diz faltar autonomia (RUSSELL; NORVIG, 1995). Os agentes inteligentes são naturalmente autônomos (BIRD, 1993), pois são baseados tanto no conhecimento embutido na construção, quanto na sua própria experiência adquirida do ambiente no qual ele opera (RUSSELL; NORVIG, 1995). Desse modo, um sistema é autônomo à medida em que seu comportamento é determinado pela sua própria experiência (RUSSELL; NORVIG, 1995). A autonomia, também, é definida em SMA como a capacidade de um agente escolher suas ações independentemente das intervenções externas de outros agentes ou humanas. Essa definição protege o estado interno do agente da influência externa e isola os agentes de instabilidades causadas por perturbações exteriores (GOKULAN; SRINIVASAN; ENGINEERING, 2010).

Desta forma, a solução de problemas é a principal habilidade que caracteriza a autonomia (COVRIGARU; LINDSAY, 1991). Essa noção de autonomia é decomposta em capacidades, como: adequar-se buscando diferentes considerações de projeto; determinar o papel a ser desempenhado na comunicação em um sistema como um todo; executar funções sem interferências externas; determinar até que ponto sua capacidade local e recursos vão ser compartilhados; organizar-se em diferentes estruturas para solucionar um problema.

3.2.2 Distribuição

O conhecimento é distribuído entre muitos especialistas (BIRD, 1993). Os especialistas, também chamados de agentes inteligentes, podem ser tanto humano, naturais, quanto baseados em máquina, artificiais (BIRD, 1993). Se baseados em máquina, eles podem residir em uma única máquina, mas também podem estar distribuídos entre muitas (BIRD, 1993), se os conhecimentos forem humano, é inerentemente distribuído (BIRD, 1993). De modo a salvaguardar o conhecimento, uma abordagem de múltiplas cópias, de parte ou do todo do conhecimento disponível, que podem não ser similarmente sistematizadas, estruturadas e manejadas, devem, portanto, serem mantidas (BIRD, 1993).

Essa distribuição do conhecimento fornece alguns benefícios para a DAO: A disponibilidade, confiabilidade e melhor tempo para acessar os dados (BIRD, 1993). Além de que, a distribuição do conhecimento pela replicação e disseminação aumenta sua consistência e testabilidade (BIRD, 1993).

3.2.3 Descentralização

A terceira dimensão fundamental que caracteriza as DAOs é a descentralização. Essa descentralização é abordada de duas formas. A primeira, análoga à apresentada nas organizações descentralizada, é a tomada de decisão. Ela se encontra distribuída entre os níveis hierárquicos da organização, visando agilizar o processo de tomada da mesma e reduzindo o tempo na comunicação com níveis mais altos, além de partir da premissa de que as pessoas mais próximas da área de impacto podem tomar decisões mais adequadas do que alguém que se encontra mais distante e têm uma menor relação com o contexto. A segunda abordagem, mais presente nas DAOs atuais, busca a descentralização na forma de distribuição do poder de tomada de decisão entre muitas pessoas, essa abordagem tem como base o conceito de “sabedoria das multidões”⁸.

3.2.4 Considerações Finais

Por fim, temos como características de DAO a Autonomia, a Distribuição e a Descentralização. Essas características podem ser relacionadas, tornando possível definir DAO como:

⁸ "Sabedoria das Multidões – Wikipédia, a enciclopédia livre." <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sabedoria_das_Multid%C3%B5es>. Acessado em: 16 nov, 2018.

Uma organização em que seus principais processos são executados de forma autônoma e que mantém suas informações distribuídas na rede, tanto para se obtenha uma melhor disponibilidade, confiabilidade e menor tempo para acessar os dados, quanto para garantir a descentralização da tomada de decisão entre os membros que a compõem.

4 CONCLUSÃO

4.1 Considerações Finais

A *blockchain* é uma tecnologia que vem trazendo mudanças em muitas áreas, da mesma forma seus conceitos relacionados (ICO, DApps, DAO e outros). Esses conceitos também tem gerado entusiasmo e uma abordagem diferente, mas trazem consigo alguns questionamentos. Em particular, DAO vem despertando muito interesse por abrir novas possibilidades de empreendimentos. Essas organizações podem ser tão seguras quanto os código de sua programação (RENNIE, 2016), dependendo das preocupações de quem as programa. Desse modo, The DAO foi uma aplicação do conceito de organizações autônomas descentralizadas que faliu exatamente pela segurança do seu código (FALKON, 2017), por ser um conceito considerado novo, há pouca maturidade no seu desenvolvimento.

Apesar de estudos estarem sendo desenvolvidos nesse domínio, muitos deles se detêm em mostrar as aplicações de DAOs sem se preocupar com a caracterização do que está sendo desenvolvido, desta forma, sem comprovar os elementos que tornam a aplicação uma Organização Autônoma Descentralizada. Um modo de colaborar com o desenvolvimento desse conceito é realizar o levantamento das características de DAO e relacioná-las com conceitos já estabelecidos, SMA e Organizações Descentralizadas. Possibilitando o reaproveitamento de estudos tanto de análise quando de desenvolvimento.

As questões legais das DAOs já estão em pauta (SWAN, 2015), entretanto esse é o alcance máximo de discussões que vêm sendo estudado em outras áreas sobre o conceito. A restrição desse conceito faz com que também fique limitado às possibilidades de inovações e somente surjam novas abordagem para problemas e soluções que já existem. Logo, mostrar que o leque de áreas que podem explorar esse conceito não é exclusivo as de tecnologia, mas se abrange para áreas como a da Administração, é fundamental para o seu desenvolvimento. Consequentemente, após o estudo desenvolvido neste trabalho, DAO deixa de ser um estudo de uma área e passa a ser uma área de estudo. Ampliar esses horizontes e mostrar o real potencial das Organizações Autônomas Descentralizadas, foi um dos principais objetivos que pautou o desenvolvimento deste trabalho.

Para demonstrar que o conceito de DAO pode ser estudado por outras disciplinas, foi realizada uma análise de domínio, mais precisamente o método FODA, do conceito DAO, sendo a análise de domínio uma metodologia que visa fazer abstrações sobre do domínio, buscando levantar elementos comuns do mesmo. Por fim, fizemos uma caracterização para descrever essas características principais que se apresentam no cerne desse conceito (distribuição, automação e descentralização). Possibilitando assim, o esclarecimento de dúvidas a respeito da sua aplicação e identificação desse conceito em seu desenvolvimento. Por ser utilizada uma abordagem que relaciona DAO com outras áreas, SMA e Administração, abrimos margem para que elas também

possam contribuir para o desenvolvimento do conceito e com o surgimento de novas aplicações e análises.

Durante o desenvolvimento do trabalho, também foi cogitado o uso do Bitcoin como fonte de informação para o nosso estudo, entretanto, há discussões na comunidade a respeito dela ser ou não uma DAO. Especialistas não consideram, mas usuários sim, logo não há um consenso no assunto, e por ser uma área cinza, ela não pode ser utilizada como fonte.

Contudo, podemos fazer uma análise do Bitcoin com relação ao modelo de domínio e as características desenvolvidas neste trabalho, assim, num primeiro momento, podemos dizer que o Bitcoin não pode ser considerado uma DAO, pois não há pessoas tomando decisões administrativas a serem executadas pela DAO. Por outro lado, se avaliarmos que o valor cambial da moeda é feita pelas *exchanges*, ou seja, que a tomada de decisão sobre câmbio da moeda é feita pelos membros da rede, podemos considerar uma DAO. Desse modo, uma análise mais aprofundada deve ser realizada para afirmar tais argumentos.

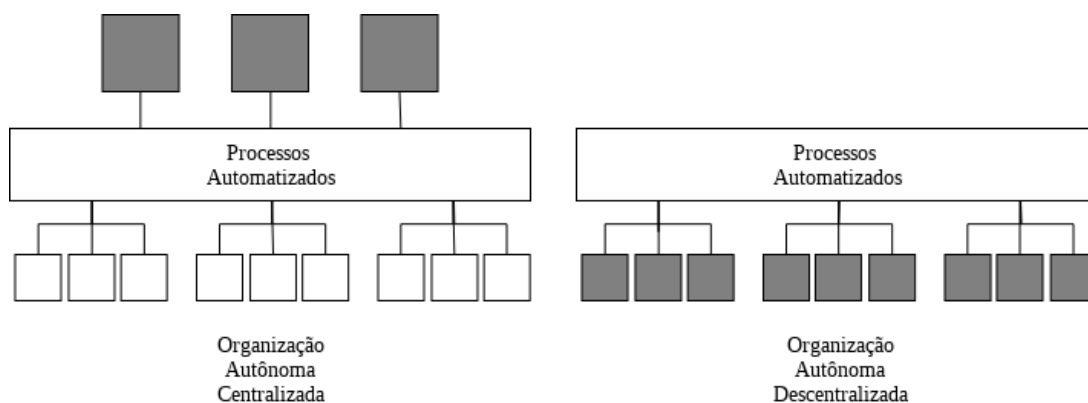
4.2 Trabalhos Futuros

Como a metodologia de análise de domínio possibilita facilitar o desenvolvimento de aplicações, temos como objetivo futuro aprimorar o modelo de domínio adicionando DAOs de outros contextos. Nesse aprimoramento, pode ser realizada uma análise das DAOs levando em consideração as principais características levantadas, como o caso da descentralização, utilizando como critérios processos associados a elas, como o caso da tomada de decisão que se encontra distribuída entre os níveis mais baixos que se refere a característica exemplificada. Em uma rápida explanação nas aplicações, foi possível perceber que nem todas as aplicações tidas como "aplicações de DAO", apresentam essas características. Algumas, por exemplo, apresentam processos em que muitas pessoas têm o direito de opinar, mas a tomada de decisão ainda se encontra no nível mais alto da hierarquia, caracterizando assim estas aplicações como organizações autônomas centralizadas (*Centralized Autonomous Organization - COA*), para que fosse uma aplicação de DAO, o processo de tomada de decisão estaria com as mesmas pessoas que executam tarefas que a DAO não tem pericia, logo o nível superior não existiria (Figura 11). Dessa forma, a caracterização possibilita a criação de uma Taxonomia de Organizações Autônomas.

Também, podemos Desenvolver uma DAO a partir do Modelo de Domínio, vamos buscar a construção de uma Editora Científica Autônoma Descentralizada (*Decentralized Autonomic Scientific Publisher - DASP*) de forma automatizar e trazer maior governança para os usuários que usufruem desse tipo de serviço e considerando os diferentes métodos de revisão por pares.

Como essa metodologia possibilita além do desenvolvimento a análise, também podemos

Figura 11 – Localização da tomada de decisão na organização autônoma centralizada e descentralizada



utilizar esse trabalho como fonte de informação para desenvolver um estudo sobre Federalismo¹ de organizações em redes *blockchain*.

¹ “Federalismo é uma forma de governo no qual vários Estados se reúnem numa nação, sem perderem sua autonomia” (CHIAVENATO, 1997)

REFERÊNCIAS

- ARANGO, G. A Brief Introduction to Domain Analysis Economics of reusability. *Acm*, n. iv, p. 42–46, 1994.
- ARANGO, G. Domain analysis methods. *Software Reusability*, Ellis Horwood, New York, New York, p. 17–49, 1994.
- BALAJI, P.; SRINIVASAN, D. An introduction to multi-agent systems. In: **Innovations in multi-agent systems and applications-1**. Berlin: Springer, 2010. p. 1–27.
- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; CANTONE, G. A reference architecture for the component factory. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, ACM, v. 1, n. 1, p. 53–80, 1992.
- BATORY, D. Feature models, grammars, and propositional formulas. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 3714 LNCS, p. 7–20, 2005. ISSN 03029743.
- BIRD, S. D. **Toward a taxonomy of multi-agent systems**. 1993. 689–704 p.
- BLOCKCHAINHUB. **What is DAO - Decentralized Autonomous Organizations**. 2018. 1 p. Disponível em: <<https://blockchainhub.net/dao-decentralized-autonomous-organization/>>.
- BORGIDA, A.; MYLOPOULOS, J.; WONG, H. K. Generalization/specialization as a basis for software specification. In: **On conceptual modelling**. New York: Springer, 1984. p. 87–117.
- BUTERIN, V. DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide. **Ethereum Blog**, p. 1–18, 2014. Disponível em: <<https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide/>>.
- CHAMPEAUX, D. D.; LEA, D.; FAURE, P. Object-oriented system development. 1993.
- CHIAVENATO, I. **Teoria Geral da Administração**. Brasil, 1997.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Brasil: Elsevier, 2003. ISBN 8535213481.
- COULOURIS, G. et al. **Sistemas Distribuídos:- Conceitos e Projeto**. [S.l.]: Bookman Editora, 2013.
- COVRIGARU, A. A.; LINDSAY, R. K. Deterministic autonomous systems. *AI Magazine*, v. 12, n. 3, p. 110, 1991.
- DALF, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. [S.l.]: Cengage Learning, 2008.
- FALKON, S. The Story of the DAO — Its History and Consequences. **Medium**, p. 3, 2017. Disponível em: <<https://medium.com/swlh/the-story-of-the-dao-its-history-and-consequences-71e6a8a551ee>>.
- FERRÉ, X.; VEGAS, S. An Evaluation of Domain Analysis Methods. **4th CAiSE/IFIP8.1 International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design (EMMSAD'99)**, 1999.

- FORBUS, K. D.; KLEER, J. D. **Building problem solvers**. MIT Press, 1993. 702 p. ISBN 9780262061575. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MraVKw_5g28C&oi=fnd&pg=PR13&dq=building+problem+solvers&ots=vS97FPzRf7&sig=4W8K7ieGM4gikBEhQfW--q689z4#v=onepage&q=building%20problem%20solvers&f=false>.
- GOGUEN, J. A. Parameterized programming. **IEEE Transactions on Software engineering**, IEEE, n. 5, p. 528–543, 1984.
- GOKULAN, B. P.; SRINIVASAN, D.; ENGINEERING, R. B. Innovations in Multi-Agent Systems and Applications - 1. v. 310, n. September 2015, 2010.
- HALL, R. H. **Organizações: estruturas, processos e resultados**. [S.l.]: Pearson, 2004.
- HERTIG, A. **What is a DAO?** 2018. Disponível em: <<https://www.coindesk.com/information/what-is-a-dao-ethereum/>>.
- JATAIN, A.; GOEL, S. Comparison of domain analysis methods in software reuse. **International Journal of Information Technology and Knowledge Management**, v. 2, n. 2, p. 347–352, 2009.
- JENTZSCH, C. Decentralized autonomous organization to automate governance. **White paper, November**, 2016.
- KANG, K. C. et al. **Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study**. [S.l.], 1990.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MOREIRA, D. A. Reengenharia: dinâmica para a mudança. **São Paulo: Pioneira**, 1994.
- NEIGHBORS, J. M. **Software construction using components**. Tese (Doutorado) — University of California, Irvine, 1980.
- PRIETO-DIAZ, R. Domain Analysis: An Introduction. **Software Engineering Notes**, v. 15, n. 2, p. 47–54, 1990.
- RENNIE, E. The radical DAO experiment. **Swinburne News**, n. May, 2016. Disponível em: <<http://www.swinburne.edu.au/news/latest-news/2016/05/the-radical-dao-experiment.php>>.
- RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. [S.l.: s.n.], 1995. v. 9. 215–218 p. ISSN 09252312. ISBN 9780131038059.
- RUSSELL, S. J.; SUBRAMANIAN, D. Provably bounded-optimal agents. **Journal of Artificial Intelligence Research**, v. 2, p. 575–609, 1994.
- SANTOS, H. M. d.; FLORES, D. Os impactos da obsolescência tecnológica frente à preservação de documentos digitais. **Brazilian Journal of Information Studies: Research Trends**, v. 11, n. 2, p. 28–37, 2017. ISSN 1981-1640.
- SWAN, M. **Blockchain: Blueprint for a new economy**. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2015.
- WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009. v. 8953. (Lecture Notes in Computer Science, v. 8953).
- WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Intelligent agents : theory and practice. v. 10, p. 115–152, 1995.