

C@BR@L - CASE BASED REASONING APLICADO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

C@BR@L - CASE BASED REASONING APPLIED TO ENVIRONMENTAL LICENSING

José Damião de Melo	Mestre. IFS – Brasil. damiaomelo@gmail.com
Evandro de Barros Costa	Doutor. UFAL – Brasil. ebcacademico@gmail.com
Patrick Henrique Brito	Doutor. UFAL – Brasil. pbrito@gmail.com
Valdenice de Jesus Melo	Mestra. IFBA – Brasil. nicejesus@gmail.com

Resumo

Apresentamos nesse artigo modelagem de um processo e prototipagem de solução tecnológica para um sistema baseado em conhecimento, no domínio do Licenciamento Ambiental na gestão pública estadual, com suporte em Raciocínio Baseado em Casos - RBC e modelagem de processos de Negócio - BPM. A pesquisa teve um viés eminentemente exploratório, baseada em pesquisa bibliográfica e documental, levantamento de dados com questionário e adoção de uma adaptação do processo de descoberta de conhecimento em mineração de dados para qualificação do escopo dos casos e delimitação do domínio. O protótipo da aplicação para o domínio do Licenciamento Ambiental foi construído, alimentado com os casos oriundos de uma base real de dados e validados por especialistas de uma agência de licenciamento ambiental no âmbito de um governo estadual no Brasil. A estratégia de modelagem de processos associada a raciocínio baseado em casos mostraram-se adequadas para a elaboração do protótipo e sua aplicação e validação pelos especialistas, indicando um domínio muito promissor e o processo C@br@l passível de atuação no campo dos sistemas baseados em conhecimento.

Palavras-chave: modelagem, gestão do conhecimento, raciocínio baseado em casos.

Abstract

In this paper, we present a process modeling and prototype technological solution to a knowledge-based system in the field of Environmental Licensing applied to a Brazil's state public management, supported by Case Based Reasoning - RBC and Business Process Modeling - BPM. The research had an exploratory bias, based on bibliographic and documentary research, data collection with questionnaire and adoption of an adaptation of the process of knowledge discovery in data mining to qualify the scope of the cases and delimitation of the domain. Was used the prototype in the Environmental Licensing domain, charged with cases from a real database and then validated by specialists from an environmental licensing agency under a state government in Brazil. The process modeling strategy associated with case-based reasoning proved to be suitable for the elaboration of the prototype and its application and validation by the specialists, indicating that this is a very promising domain and C@br@l process be capable of acting in the knowledge-based systems field.

Keywords: modeling, knowledge management, case-based reasoning.

Introdução

O conhecimento está intrinsecamente vinculado à condição humana, incluindo neste contexto as relações sociais, ambientais, econômicas, tecnológicas e políticas que são derivadas da existência e do convívio social. Estas relações situam a Gestão do Conhecimento enquanto um processo não trivial, demandando uma necessária delimitação do domínio em que o problema de pesquisa está situado e de esforços teóricos e metodológicos para a obtenção de sucesso em propostas com este fim.

Neste sentido, apresentamos uma proposta por meio da modelagem de processo de Gestão do Conhecimento denominado de *Case Based Reasoning* aplicado ao Licenciamento Ambiental - C@br@l, utilizando Raciocínio Baseado em Casos - RBC e notação de modelagem de processo de negócio - BPMN, a possibilidade da construção de um protótipo que validou o modelo e o fluxo de dados, permitindo a representação e processamento do conhecimento do analista ambiental no domínio da Gestão do Licenciamento Ambiental,

O Licenciamento é a atividade gerencial de cunho exclusivo do exercício da função de gestão do meio ambiente, que busca articular as demandas de empreendimentos econômicos em acordo com a garantia da preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. É um processo gerencial e analítico, dado o grau de subjetividade presente no processo de licenciamento, deveras complexo, em que sua consecução possui uma forte vinculação à ação e ao conhecimento tácito do Analista Ambiental (BRASIL, 1997).

Considera-se como pressuposto que nossa abordagem metodológica de base empírica, permitiu modelar um processo para sistematizar e objetivar as atividades de análise complexas que são executadas pelo analista ambiental, para a emissão de seus pareceres técnicos, possuindo um alto valor agregado para as organizações dessa área de atuação.

Neste trabalho utilizamos BPMN (OMG, 2012), para mapear e representar o processo de licenciamento ambiental, aplicando os preceitos e postulados da metodologia de Raciocínio Baseado em Casos – RBC (WATSON, 2003; ALTHOFF e WEBER, 2006; KOLODNER, 1992; AAMODT e PLAZA, 1994), para dar sustentação epistemológica e ferramental ao processo C@BR@L – *Case Based Reasoning* aplicado ao Licenciamento Ambiental, modelado com o objetivo principal de responder à problemática colocada para a pesquisa explicitando o conhecimento tácito disponível no domínio (PROBST et al, 2002; WATSON, 2003; FRESNEDA et al, 2009; TAKEUCHI e NONAKA, 2008).

Epistemologicamente, foram adotados como suporte os trabalhos precursores de Takeuchi e Nonaka (2008) em sua Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional - apoiados no trabalho de Polanyi (POLANYI, 2005) e sua classificação dual para o conhecimento, dividindo-o em tácito e explícito - colocam que para haver a criação de conhecimento na organização, é necessária a interação dos indivíduos desta organização em um processo que ocorre por meio de discussões, compartilhamento de experiências e observação.

Metodologicamente, utilizou-se *BPMN – Business Process Management and Notation* para simplificar a discussão com os especialistas do domínio que validaram o protótipo funcional da modelagem do processo C@br@l. As etapas da pesquisa foram amostragem do problema, captura de dados, construção da base de casos, cálculo da similaridade entre o caso em análise e a base de casos, recuperação e criação de ranking com os casos mais similares e apresentação destas sugestões para o analista Ambiental validar o processo.

Este documento possui três partes, esta introdução, seguida de seção de desenvolvimento, apresentando materiais e métodos e a terceira seção, onde apresenta-

se os resultados, a discussão e possibilidades de trabalhos futuros. Pós textualmente, está disponível seção de Referências, para possível ampliação do escopo teórico apresentado.

Desenvolvimento

O conhecimento na visão de Takeuchi e Nonaka (2008) possui duas dimensões: uma epistemológica e outra ontológica, se apresentando em duas formas tipológicas básicas: tácito e explícito, onde o conhecimento tácito está relacionado com o saber fazer, com as habilidades e competências individuais e não é facilmente formalizado ou descrito. Por outro lado, o conhecimento explícito é aquele que está bem formalizado, descrito em normativos e manuais, livros ou outras formas de suporte que permitam sua distribuição de forma mais acessível.

As relações que ocorrem neste processo de interação entre os indivíduos geram conhecimento e permitem que haja a conversão entre os dois tipos de conhecimento, totalizando quatro modos para esta transformação do conhecimento: (1) Socialização, de tácito para tácito; (2) Internalização, de tácito para explícito; (3) Combinação, de explícito para explícito; (4) Internalização, de explícito para tácito. Estas formas de geração/transformação de conhecimento foram denominadas de Espiral do Conhecimento (TAKEUCHI e NONAKA, 2008).

Watson (2003) fez contribuição significativa ao apresentar uma proposta de restrição ao conceito de Gestão do Conhecimento, propondo uma definição mais restrita ao gerenciamento do conhecimento em si, não desprezando a necessidade da criação de uma estrutura organizacional que favoreça à sua criação, porém, focando na adoção de uma metodologia para implementação de soluções de gestão de conhecimento, apresentando uma relação conceitual entre o ciclo de gestão do conhecimento e o Raciocínio Baseado em Casos – RBC, via um *framework* para a aplicação de gestão do conhecimento, como um ciclo, em perfeita sintonia com o Ciclo RBC de Aamodt e Plaza (1994). Esta proposta, considera RBC como metodologia para se obter a gestão do conhecimento, encontrando alinhamento e eco nos trabalhos de Althoff e Weber (2003). (WATSON, 2003; ALTHOFF e WEBER, 2006; AAMODT e PLAZA, 1994)

Para Watson, um importante conceito relacionado ao conhecimento é o padrão apresentado, haja visto que o conhecimento não apresenta isolada, individual e estática, antes ocorre de maneira dinâmica, ao longo de um *continuum*, sempre com mediação, sendo essencial sua representação e análise considerando o reconhecimento de padrões e seu relacionamento com o contexto. Neste ponto percebe-se uma correlação com os postulados de Roger Schank (1980), em sua teoria de organização da memória, com a utilização de Scripts para acessar conhecimentos prévios e adaptá-los a situações atuais.

Estas relações inerentes ao processo de construção do conhecimento são altamente dependentes de contexto e seu entendimento passa pela compreensão dos dados disponíveis, atribuindo a estes cenários e suas estruturas mutáveis, significado e potência para gerar informação, a qual em seguida, passa a formar padrões de entendimento e análise permitindo finalmente permitir a obtenção do conhecimento, conforme esquema na Figura 01.

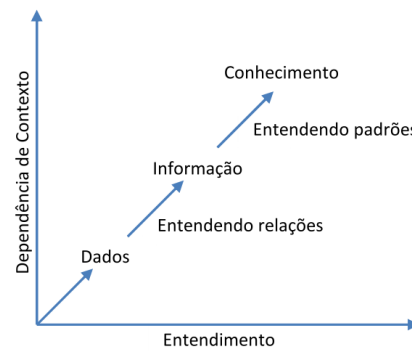


Figura 01 – A relação entre contexto e compreensão
Fonte: Adaptado de WATSON, 2003.

O Raciocínio Baseado em Casos - RBC consolida-se como uma abordagem da Inteligência Artificial que busca resolver problemas presentes utilizando experiências passadas para a resolução de problemas atuais, por meio do uso de uma combinação de aspectos pertencentes aos campos de sistemas baseados em conhecimento¹ e aprendizagem de máquina, podendo ser encontrado em soluções específicas para problemas de gestão do conhecimento, tem sido utilizado também para a construção de sistemas que executam tarefas de classificação, diagnóstico, suporte a decisão, tutoriais, configuração, planejamento e projetos (WATSON, 2003; ALTHOFF e WEBER, 2006; KOLODNER, 1992; WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

O RBC resolve problemas utilizando analogia, admitindo que soluções encontradas para problemas no passado possam ser reutilizadas para solucionar problemas através de técnicas que permitam a adaptação de soluções anteriores para solucionar o problema corrente. No contexto da abordagem, o conjunto problema/solução é denominado de Caso, sendo cada elemento constituinte deste conjunto armazenado em uma base de casos ou base de conhecimento (WATSON, 2003; KOLODNER, 1992; WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

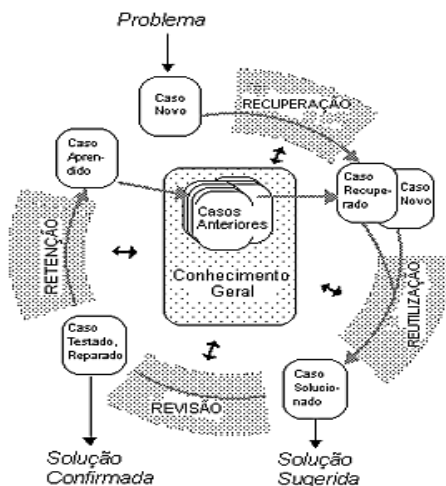


Figura 02 – Ciclo RBC de Aamodt e Plaza
Fonte: AAMODT e PLAZA, 1994.

A proposta de Aamodt e Plaza (1994) apresentou uma discussão acerca dos aspectos conceituais, temporais e metodológicos do RBC, incluindo a proposta de uma representação para aplicação contínua da metodologia, composta por duas partes: um modelo em ciclo para o processo de RBC e uma estrutura baseada em tarefa.

¹ Sistemas Baseados em Conhecimento são programas de computador que usam o conhecimento representado explicitamente para resolver problemas. São usados em problemas que requerem certa quantidade de conhecimento humano e de especialização (REZENDE et al, 2003).

O ciclo RBC de Aamodt e Plaza (1994) é denominado de 4 R's, pois os processos propostos para compor o ciclo RBC são:

1. Recuperar o caso mais similar entre os casos disponíveis;
2. Reutilizar a informação e o conhecimento disponíveis no caso recuperado, para resolver o problema;
3. Revisar a solução proposta para solucionar o problema;
4. Reter as adaptações e partes utilizadas para poder resolver problemas futuros

Evoluindo e ampliando a proposta inicial, Watson(2003) defende que a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é perfeitamente ajustável para a obtenção de soluções de gestão do conhecimento, pois o comportamento da metodologia e seu conjunto de princípios, vistos como um ciclo de seis atividades podem ser diretamente mapeadas em um ciclo de gestão do conhecimento (KM – Knowledge Management), detalhados a seguir:

- (1) Recuperar o conhecimento que combine com os requerimentos de conhecimento do problema;
- (2) Reutilizar uma seleção do conhecimento recuperado;
- (3) Revisar ou adaptar o conhecimento de forma que ele possa ser usado para solucionar o problema;
- (4) Rever o conhecimento novo para definir se ele deve ser retido;
- (5) Reter o conhecimento, caso o processo de revisão tenha sucesso;
- (6) Refinar o conhecimento na memória de casos ou base de casos, caso seja necessário;

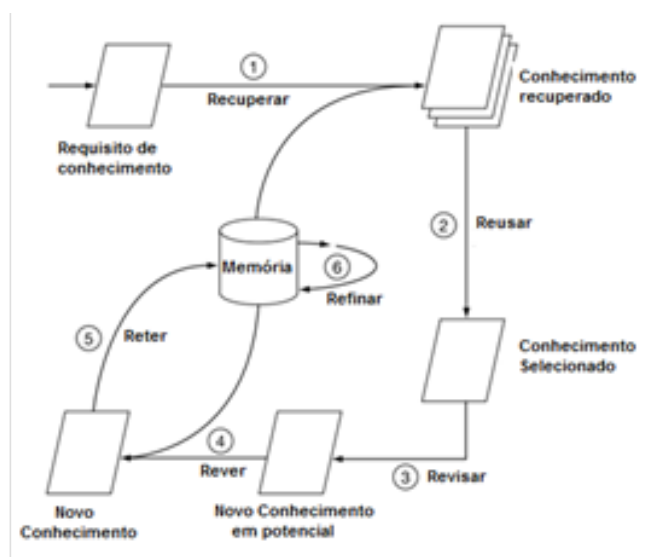


Figura 03 – Ciclo RBC adaptado para um Ciclo de KM
Fonte: WATSON, 2003.

Em sua visão conceitual, Watson (2003) propõe mapear diretamente os seis R's, propostos em sua visão de ciclo de RBC, para executar as atividades necessárias à composição de um ciclo de Gestão do Conhecimento, destacando que enquanto as atividades de Recuperação, Reuso e Revisão dão suporte a aquisição do conhecimento, a Recuperação e o Refino permitiriam a análise do conhecimento, criando as condições para que a memória (ou base de casos) suporte a preservação do conhecimento e a Recuperação, Reuso e Revisão, permitam o uso do mesmo, contextualizados em uma representação conceitual que considera ainda a ação humana para efetuar o ajuste necessário entre o espaço do problema e o da solução:

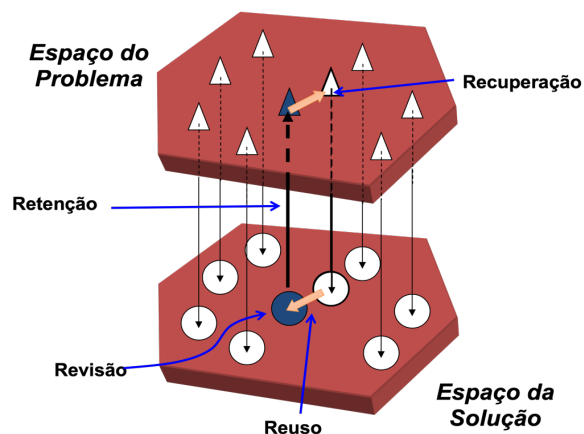


Figura 04 – Ilustração dos Espaços de Problema e de Solução
 Fonte: Adaptado de WATSON, 2003.

No contexto de execução desta pesquisa, a tomada de decisão por parte dos analistas ambientais no domínio do licenciamento, como na maioria dos domínios complexos, envolve determinada quantidade de risco, certeza e incerteza, pois ao tomarem decisões estes agentes pesam alternativas, muitas das quais se relacionam com eventos futuros imprevisíveis. O processo de decisão, portanto, ocorre em um espaço de nível de riscos que vai desde a certeza, quando o evento é altamente previsível, à turbulência quando é altamente imprevisível (STONER e FREEMAN, 1999).

A ação do analista para a efetividade do Licenciamento Ambiental, se dá via procedimento administrativo pelo qual a Administração Pública, através do Órgão Ambiental competente, efetua a análise de projetos apresentados para o empreendimento econômico em seus aspectos de atuação e interdependência com o meio ambiente, considerando as disposições legais e regulamentares aplicáveis, autorizando condicionalmente ou negando a atividade econômica de acordo com os preceitos do compromisso da preservação do ecossistema socioambiental, expedindo ou negando a emissão da respectiva licença.

Para Watson (2003 tornar possível a adoção de qualquer forma de gestão do conhecimento, em primeiro lugar precisa-se ter algum conhecimento para gerenciar; analisar qual o conhecimento existente na organização; quais são as formas de armazenamento e também como este conhecimento poderá ser acessado e utilizado no futuro.

A utilização de BPMN – *Business Process Management and Notation* visa manter a compatibilidade com a notação de processos utilizada na instituição em estudo, além de simplificar a discussão com técnicos e analistas, quando da apresentação da modelagem do processo C@br@l, ainda como instrumento de referência do processo modelado nessa pesquisa e a execução do ciclo de RBC (AAMODT e PLAZA, 1994; WATSON, 2003).

No domínio em estudo, um caso foi definido como o conjunto de informações que permitam identificar individualmente o problema relacionado com a solicitação de licenciamento ambiental pelo empreendedor e a sua análise técnica, que culmina com solução, representada pela emissão do parecer técnico, que em caso positivo, autoriza a emissão da Licença Ambiental.

Temos, portanto, dois subconjuntos informacionais distintos no decorrer do processo: um primeiro relativo à caracterização do problema a ser resolvido e um segundo que se relaciona com a solução, cujo elemento principal é o documento denominado de parecer técnico, que embasa e permite a Administração Pública atuar no sentido de articular o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente.

Para definir quais são os atributos essenciais de cada caso, foi utilizada uma adaptação da metodologia KDD (citar, 1999) foi extraída amostra com a totalidade dos dados disponíveis no banco de dados do sistema de gestão do licenciamento. Em seguida, filtros supervisionados foram aplicados para retirada de uma amostra do banco de dados do sistema de informações que contemplasse o domínio da pesquisa.

Role	Table Index	Name	Type
id	16	Numero_Processo	polynomial
label	17	PPD	polynomial
regular	0	Tipo_processo	polynomial
regular	1	porte_empresa	polynomial
regular	2	Fator_Gerador	polynomial
regular	13	Municipio_empresa	polynomial
regular	14	divisao_empresa_descricao	polynomial
regular	15	grupo_empresa_descricao	polynomial

Figura 05 – Atributos-Chave para construção da base de casos

Fonte: Autores, 2020.

Na etapa de análise dos dados, foi utilizado o algoritmo peso por relevância, aplicado a base dados extraída do sistema de informações real, para obter quais os pesos dos atributos que compõem o espaço do problema de nossa base de casos e assim, obtivemos qual atributo é o melhor candidato a ser utilizado para a identificação de cada caso na base de conhecimento. Os melhores classificados foram: a numeração do processo, o porte e o local do empreendimento; perfazendo assim os elementos de maior impacto em sua identificação.

attribute	weight
grupo_empresa_descricao	1
divisao_empresa_descricao	0.941
Tipo_processo	0.349
porte_empresa	0.339
Municipio_empresa	0.081
Fator_Gerador	0

Figura 06 – Resultado da aplicação algoritmo peso x relevância, para criação de índices.

Fonte: Autores, 2020.

A análise documental e coleta de dados em campo, foi adotada para verificar quais são os dados que estão disponíveis ao Analista Ambiental, relacionados com a definição do espaço do problema para o processo C@br@l. No processo projetado, essa ação ocorrerá mediante ação de agente incluído no sistema de gerenciamento de informações, independente de solicitação do analista, iniciando assim o ciclo de Raciocínio Baseado em Casos, visando recuperar casos que anteriormente tenham sido solucionados e que possam ser utilizados ou adaptados para solucionar o problema.

Logo após a definição do espaço do problema, são acionadas as tarefas relacionadas com o processo C@br@l: amostragem do problema, cálculo da similaridade entre o caso em análise e a base de casos; recuperação e criação de ranking com os casos mais similares e apresentação destas sugestões para o analista ambiental, todas essas etapas estão presentes no protótipo validado.

$$sim(Q, C) = \sum_{i=1}^n f(Q_i, C_i)w_i$$

Q = Problema atual (a ser resolvido)
C = Caso Recuperado na base de casos
n = número atributos em cada caso
i = atributo individual do caso, de 1 a **n**
f = função de similaridade para o atributo **i** nos casos **Q** e **C**
w = definição do peso do atributo **i**

Figura 07 – Formalização do cálculo da similaridade de casos (C@br@l)

Fonte: Autores, 2020.

Foi adotada como medida de similaridade, uma função que determina o grau de similaridade entre a questão a ser respondida e um determinado caso indexado e quando multiplicada por um fator de ponderação, pode atribuir diferentes graus de importância

aos atributos dos casos, que foram obtidos pelo processamento do algoritmo peso x atributo aplicado na base de casos empiricamente coletados. (WATSON, 2003, WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003)

Após a execução destas etapas do Processo C@br@l, o controle do fluxo do processo retornará para o analista, com fins de executar a tarefa de analisar as soluções melhor ranqueadas para o problema e, de acordo com as possibilidades apresentadas, decidir se aceita ou não alguma das soluções encontradas, bem como se é necessário executar algum nível de adaptação nas soluções oferecidas para solucionar o problema que está sendo analisado.

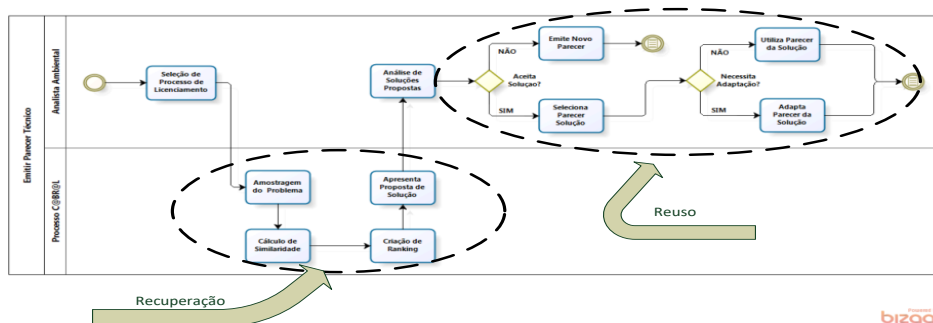


Figura 08 – Detalhe da modelagem de processos (Destaque para a Recuperação e o Reuso)

Fonte: Autores, 2019.

Na hipótese de nenhuma solução recuperada da base de casos se mostrar viável enquanto solução ao problema, o analista deverá construir um novo parecer técnico para a solicitação de licenciamento, mesmo assim a não utilização de solução apresentada pelo processo C@br@l para a solução apresentada ao problema, não impedirá que o conhecimento gerado seja captado e armazenado na base de casos, pois essa nova solução passará a fazer parte da memória de casos, coletando ainda os motivos que levaram o analista a não aceitar as sugestões, para assim termos a evolução da base de casos, auxiliando no processo de revisão dos casos que devam fazer parte da base.

Nesta etapa do processo temos a representação do aprendizado que é obtido no contexto da solução de RBC modelada, pela qualificação e armazenamento da solução encontrada e pela ampliação da base de conhecimento ou de casos, adicionando valores aos atributos específicos para a solução encontrada e um novo conjunto problema-solução na base de casos, mesmo que não tenha sido utilizada nenhuma das soluções apresentadas pelo processo C@br@l.

A classificação dos casos em Positivos e Negativos, visa melhor identificar os critérios para a escolha da melhor solução para o problema e garantir a ampliação da base de conhecimentos, preenchendo o vácuo informacional existente entre processos que foram formados (espaço do problema) e aqueles que autorizaram ou negaram a emissão de licenças (espaço da solução).

Como todo processo de apoio a decisão, a ação do agente atuador, que é o alvo do processo, deve ser um ponto a considerar. Visando coletar o feedback a esse respeito, foi elaborada uma estratégia para validação do protótipo do Processo C@br@l por analistas ambientais da Instituição licenciadora, onde definimos uma amostra para o público alvo que constasse de especialistas envolvidos direta e indiretamente com a ação de licenciar.

A estratégia didática para esta etapa foi iniciar com a apresentação de nossa visão do processo de licenciamento modelado com BPMN, apresentando as ações esperadas pelo processo C@br@l, o papel do Analista Ambiental no processo, as ações do Ciclo RBC e a estratégia adotada para a construção do protótipo, com destaque para a obtenção dos pesos da medida de similaridade obtida via utilização do algoritmo peso x relevância e a definição dos atributos utilizados para a definição do espaço do

problema para a pesquisa na base de casos, além formar o conjunto de elementos de processamento do próprio protótipo.

Attributes (Slots):					
attribute	discriminant	target	weight	Local SMF	comment
01_Divisao_Atividade_descri...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,941	default	
01_Fato_Gerador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Active SMF	
01_Municipio_empresendimento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,081	Active SMF	
01_PFD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	C@BR@L	Utilizar medida C@BR@L para pesos definidos
01_Tipo_Processo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,349	Active SMF	
01_porte_empresendimento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,339	Active SMF	
02_Grupo_Atividade_descricao	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Active SMF	
CEP Cliente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Active SMF	Sem utilização de similaridade
CEP empresendimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Active SMF	Sem utilização de similaridade
Cliente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	Active SMF	

Figura 09 – Detalhe da edição das medidas de similaridade C@br@l

Fonte: Autores, 2020.

Como método de coleta de dados, foi adotada a entrevista estruturada, onde cada um dos analistas foi convidado a responder um questionário sobre os principais pontos do modelo/processo/protótipo. As questões foram vinculadas aos pontos principais dos resultados obtidos pela experiência de uso e qual o possível impacto do processo C@br@l no apoio ao processo, na aprendizagem e no treinamento de novos analistas.

O instrumento de coleta de dados foi composto de um questionário com cinco questões. Na primeira os analistas foram questionados acerca da escala de importância utilizada (peso por relevância) obtido pelo processo de classificação e sua relação com a visão da realidade.

Comentário / Transcrição

"Tendo em vista a constante falta de capacitação de funcionários, bem como a perda da memória, histórico dos processos com a mudança de técnicos, o processo Cabral amplia significativamente a possibilidade de diminuir ou até evitar erros recorrentes, como também ajuda no aperfeiçoamento da análise técnica e na tomada de decisões mantendo coerência e uniformidade."

"A aplicação do processo C@br@l poderia vir a viabilizar a otimização e uma maior celeridade nas emissões de licenças ambientais uma vez que tornaria disponível com maior facilidade as informações necessárias a conclusão dos processos."

"O processo C@br@l se constitui em uma ferramenta aglutinadora de conhecimentos, capaz de contribuir de forma decisiva numa tomada de decisão numa avaliação ambiental, ou em outra contextualização, por resgatar informações outrora tomadas, além de focar o ponto crucial da atividade, agregando a esse de forma ponderada outros atributos, de forma que a decisão final a ser tomada seja a mais acertada possível."

"Espero que o processo C@br@l seja implantado institucionalmente, o mais breve possível, para que se possa ter uma memória corporativa, nivelando informações, conhecimentos e procedimentos."

Quadro 01 – Excertos das avaliações efetuadas pelos especialistas do domínio

Fonte: Autores, 2020.

Resultados e Discussão

A partir da análise documental e da coleta de dados em campo, foi possível verificar quais são os dados que estão disponíveis ao Analista Ambiental relacionados com a definição do espaço do problema para o processo C@br@l, que serão utilizados como entrada para o início do ciclo de Raciocínio Baseado em Casos visando recuperar casos que anteriormente tenham sido solucionados e que possam ser utilizados ou adaptados para solucionar os problemas apresentados.

Foi possível identificar que a proposta de modelagem de um processo de gestão do conhecimento utilizando Raciocínio Baseado em Casos foi com sucesso aplicada ao domínio do Licenciamento Ambiental, apresentando um protótipo de sistema de informações que permitiu aos especialistas do domínio avaliarem e validarem as ações do processo C@br@l, com destaque para a inovação associada à retenção do

conhecimento do domínio, marcando o caso para uso futuro conforme sua qualificação, sendo Positivo: caso licença seja emitida ou Negativo: caso não seja emitida licença.

Logo, a partir da metodologia utilizada, por meio do processo C@br@l aplicado aos dados empíricos disponíveis, verificou-se a construção de uma ponte para que o conhecimento tácito de posse do analista ambiental, formalizado na base de casos e a recuperação e apresentação das propostas de soluções similares anteriores, permitiram que o analista acessasse uma base de conhecimentos explícitos, em um ciclo operacional que permite a evolução da memória de casos e por conseguinte um aprendizado organizacional coletivo e evolutivo, mediado pela tecnologia da informação mas sem perder de vista a importância da ação humana como elemento chave na tomada de decisão.

A utilização de uma etapa adaptada do processo de descoberta de conhecimento e ações de mineração de dados, na composição da amostra para a criação da base de casos para o processo C@br@l se mostrou necessária e válida, ao especificar quais atributos são mais indicados para definir com um grau maior de acurácia para a recuperação de casos e qual peso relativo aos atributos que serão utilizados para compor a etapa de cálculo de similaridade.

Demonstrou-se a partir do recorte do domínio em estudo, que para a gestão ambiental, os pareceres negativos possuem importância igual ou maior que aqueles que permitem a instalação de empreendimentos potencialmente poluidores, autorizados através da emissão da licença. Parecer negativo desde a etapa de análise já indica o impedimento da atividade sendo este ato o elemento que atesta a ação reguladora coercitiva do Estado. Ao nosso conhecimento, até a execução desta pesquisa essa informação é descartada como de menor relevância e sequer eram armazenados os dados relativos a negativa, gerando um esquecimento não planejado das ações da Instituição.

Como devolutiva para a instituição alvo da pesquisa, foi apresentada e aceita a proposta de alteração da estrutura de sistemas de informação então em uso, aplicando mudança do fluxo de processos de emissão do licenciamento, para permitir a emissão da negativa do licenciamento e não somente da autorização do mesmo. Dessa forma foi possível verificar que a emissão de um parecer negativo e a consequente não aprovação do local do empreendimento, de sua instalação ou mesmo de sua operação tem uma grande importância gerencial, pois estes documentos de negação, podem se tornar pontos de partida para as outras atividades finalísticas da organização, com ações de fiscalização e monitoramento ambientais, fazendo com que esta inovação na classificação de casos proposta no C@br@l, também possa vir a se tornar elemento estratégico para as outras atividades da organização.

A estratégia de modelagem de processos associada a raciocínio baseado em casos mostraram-se adequadas ao uso e aplicação, considerando o êxito obtido na construção do protótipo e sua validação pelos especialistas, indicando ser este um domínio muito promissor e passível de atuação para o campo dos sistemas baseados em conhecimento.

Conseqüentemente, a partir dessa contribuição, diversos outros estudos poderão ser realizados, como por exemplo, adaptar a estratégia prevista no processo C@br@l para as ações de monitoramento e fiscalização da atividades potencialmente poluidoras, ou ampliar a capacidade de ação dos agentes de coleta de dados para enriquecer o conteúdo da base de casos de forma que possa se tornar um elemento de consulta multireferencial e hipermodal para o processo gerencial de licenciamento ambiental.

Referências

AAMODT A., PLAZA E. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. **AI Communications**. IOS Press, Vol. 7: 1, pp. 39-59. 1994

ALTHOFF, Klaus-Dieter; WEBER, Rosina O. Knowledge management in case-based reasoning. **The Knowledge Engineering Review**, Vol. 20:3, 305 – 310. United Kingdom; Cambridge University Press, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução no 237, de 19 de dezembro de 1997**.

FRESNEDA, P. S. V.; GONÇALVES, S. M. G.; PAPA, M.; FONSECA A. F. Diagnóstico Da Gestão Do Conhecimento Nas Organizações Públicas Utilizando O Método Organizational Knowledge Assessment (Oka). **II Congresso Consad de Gestão Pública – Painel 20: Gestão do conhecimento e inovação para a melhoria da gestão pública**, 2008.

KOLODNER, Janet L. An Introduction to Case-Based Reasoning. **Artificial Intelligence Review** 6, 3--34, 1992.

OMG –Object Management Group. **Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0**. Disponível em < http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/bpmn_omg> Acesso em 01 set 2019.

_____. **BPMN 2.0 by Example** Disponível em < <http://www.omg.org/spec/BPMN/20100601/10-06-02.pdf>> Acesso em 01 set 2012.

POLANYI, Michael. **The Tacit Dimension**. University of Chicago Press. Chicago 2005.

PROBST, Gilbert. et al. **Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

SCHANK, Roger C. Language and Memory. in **Cognitive Science**, Vol 4, pp 243-284, 1980. Disponível em < <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/1980v04/i03/p0243p0284/MAIN.PDF>> Acesso em 26 jun 2018.

STONER, James A. F. FREEMAN, R. Edward. **Administração**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1999.

TAKEUCHI, Hirotaka, NONAKA, Ikujiro. **Gestão do Conhecimento**. Porto Alegre; Bookman, 2008.

WANGENHEIM, Cristiane Gresse von. WANGENHEIM, Aldo von. **Raciocínio Baseado em Casos**. São Paulo: Manole, 2003

WATSON, Ian Duncan. **Applying knowledge management: techniques for building corporate memories**. Morgan Kaufmann, San Francisco. 2003.