

ARTIGO

E-DIVA: UMA INFRAESTRUTURA COMPUTACIONAL PARA GESTÃO DE DADOS CIENTÍFICOS DO PROGRAMA PELD-DIVA

POR

Andréa C. F. Albuquerque, José L. Campos Dos Santos, Sidinéia A. Amadio,

Cláudia P. de Deus², Maria Angélica de A. Corrêa, Jansen A. S. Zuanon

andreaalb.1993@gmail.com, laurindo.campos@inpa.gov.br, amadio@inpa.gov.br,

claudias@inpa.gov.br, angelicacorrea2011@gmail.com e zuanon@inpa.gov.br

Com o aumento nos gases de efeito estufa na atmosfera, observa-se um aquecimento global com impacto biológico ainda não devidamente dimensionado. A região Amazônica é extensa, com hidrografia única e megadiversa no escopo da biodiversidade, no entanto, apenas uma fração é de fato conhecida [4]. Cerca de 2.500 espécies de peixes já foram descritas, quantidade superior à que é encontrada nas demais bacias do mundo e, estima-se que mais de 1.000 novas espécies permaneçam desconhecidas. A capacidade pesqueira atinge o volume

de 450.000 toneladas de peixe por ano, favorecendo uma dieta proteica saudável para a região amazônica [3].

Com o objetivo de identificar os impactos da variação climática na vida aquática da várzea da Amazônia Central, foi proposto um novo sítio PELD-DIVA. Para atender as demandas do Programa, foi desenvolvido o *e-DIVA* que propõe uma estratégia de integração das diversas bases de dados de biodiversidade geradas e relacionadas no âmbito do PELD, além de oferecer um ambiente computacional para gestão e análise dos dados relacionados ao Programa PELD.

1. O Cenário Biológico do PELD-DIVA

O projeto busca responder questões pertinentes aos efeitos das mudanças climáticas nas entidades bióticas e abióticas das planícies alagáveis da Amazônia Central, a fim de preservar a integridade ecológica, principalmente da ictiofauna. O objetivo geral do Programa é avaliar a dinâmica temporal de longo prazo da diversidade de assembleias de peixes em resposta a diferentes situações de conservação ambiental, esferas de governança e tipos de manejo dos ambientes aquáticos e dos recursos pesqueiros. O sítio PELD compreende o Lago Catalão e Ilha da Paciência, no baixo rio Solimões, e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Piagaçu-Purus e a Reserva Biológica (REBIO) Abufari, no baixo rio Purus no estado do Amazonas, Brasil.

Dentre os objetivos específicos do projeto destacam-se: determinar os fatores ambientais, em escala local e de paisagem, que influenciam a diversidade de peixes; investigar o efeito da atividade pesqueira em lagos com diferentes níveis de proteção e de manejo sobre a diversidade de peixes; identificar os efeitos parciais da pesca e das flutuações hidrológicas interanuais e suas interferências sobre a diversidade de peixes; estudar os efeitos socioeconômicos e culturais das diferentes formas de manejo de lagos nas áreas de várzea selecionadas; investigar o nível de governança ambiental, em diferentes esferas de gestão, no tocante à diversidade de peixes nas áreas de várzea e seus efeitos nos arranjos produtivos locais; analisar os efeitos das ações de manejo sobre a diversidade de peixes; analisar os efeitos socioeconômi-

cos e culturais do manejo do pirarucu em áreas de várzea na Amazônia Central; e, curadoria dos dados científicos para provimento de bases de dados em ambientes de workflow científico.

2. e-DIVA: Infraestrutura Computacional

A OntoBio [1], é uma ontologia formal de biodiversidade desenvolvida no cenário de coleções biológicas e eventos de coleta de campo do INPA¹, com o propósito de mitigar os problemas oriundos da interoperabilidade dos dados de biodiversidade (heterogeneidade semântica). Esta tecnologia constitui-se em uma ferramenta com funcionalidades de integração e estruturação de biodados, tendo sido modelada com base no conhecimento explícito e consensual sobre biodiversidade, e constitui um importante ponto de partida para a validação da aplicação de ontologias formais à aquisição e gestão de conhecimento de biodiversidade, bem como recurso de estruturação de conhecimento do PELD-DIVA.

A infraestrutura e-DIVA promove mecanismos de manipulação da complexidade dos dados e das informações e conhecimento gerados e integra estes dados (recursos heterogêneos) permitindo inclusive a geração de novo conhecimento (através da OntoBio) e gerando parâmetros e recursos à aplicação em workflow científico. Ainda, ressalta-se que este ambiente evidencia questões recorrentes de Inteligência Artificial (IA) e Banco de Dados (BD) como aquisição e elicitação do conhecimento, automatização do processo de integração do

¹ INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - <https://www.gov.br/inpa/pt-br>

conhecimento, representação e modelagem do conhecimento e a complexidade dos dados do domínio em questão. Desta forma, o e-DIVA implementa uma arquitetura computacional para análise dos dados de biodiversidade da várzea da Amazônia Central, utilizando a OntoBio como elemento estruturante para integração e organização das diferentes fontes de dados, possibilitando o processamento automático do conhecimento.

2.1 Integração de Bases de Dados Ictiológicas

A base de dados do e-DIVA é composta da integração das bases de dados de biodiversidade do Catalão, Ilha da Paciência, Purus, Abufari e do próprio PELD-DIVA coletados a partir de 2018 e contempla aspectos da biodiversidade (dinâmica temporal da diversidade de assembleias de peixes em resposta a diferentes situações de conservação ambiental) e socioeconômicos (esferas de governança e tipos de manejo dos ambientes aquáticos e dos recursos pesqueiros). Após uma avaliação semântica dos dados contidos nas bases de biodiversidade já existentes através da OntoBio, foi possível verificar que as bases disponíveis eram similares, sendo os dados do PELD-DIVA mais abrangentes, o que em muito facilitou o processo de integração de dados.

2.2 Módulos de Biodiversidade e Socioeconômico

Em toda expedição, são aplicados os protocolos de coleta e processamento adotados no Programa. A metodologia de campo é, além da coleta de peixes,

verificar dados como o local de coleta, data, hora, posição geográfica do local e instrumentos utilizados na pesca tais como malhadeira, redinha, tarrafa, entre outros. Para as pesquisas realizadas, é importante armazenar dados como o ano hidrológico (diferente do ano gregoriano, pois não começa em janeiro e termina em dezembro), dependente do período hidrológico, ou seja, para completar um ano hidrológico é preciso passar por quatro períodos: enchente, seca, vazante e cheia, os quais não têm um tempo de duração pré-definido. Quanto à localização do peixe, são utilizadas geocoordenadas. A morfometria do peixe considerada refere-se ao comprimento padrão e total. A taxonomia também é verificada (ordem, gênero, espécie, família). Podem ser registradas multimídias dos indivíduos, por exemplo, fotos e vídeos. Em laboratório, são arquivadas caracterizações como gordura, peso total do peixe, peso eviscerado, peso do fígado, estômago, peso da gônada e peso da amostra da gônada. Para uma melhor análise, são identificados aspectos abióticos (parâmetros físico-químicos) como: temperatura da água, o tipo e pH da água, a temperatura do ar, oxigênio dissolvido, condutividade, pressão da água e o tempo. O outro módulo implementa dados socioeconômicos dos membros de uma comunidade que se encontra localizada nas áreas de atuação do Programa. Os registros coletados em entrevistas permitem que um membro de comunidade tenha várias entrevistas referentes a diferentes momentos espacotemporais. Informações sobre a organização familiar, formação acadêmica

e profissional dos membros da família, moradia, atividades profissionais, bens econômicos, atividades econômicas e produtos gerados, acordos comunitários dos quais a comunidade e o entrevistado participam e percepção sobre variações climáticas e ambientais são coletadas.

3. Aplicação da Infraestrutura do e-DIVA para Uso em Workflow Científico

A computação tem se tornado parte imprescindível para o êxito na realização de pesquisas científicas das mais variadas áreas (e-science). A Figura 1 apresenta a infraestrutura projetada para o e-DIVA, na qual as bases de dados de biodiversidade referentes aos sítios de pesquisa que compõem o PELD-DIVA podem ser gerenciadas individualmente pelos usuários dos projetos do INPA e UFAM². Os esquemas lógicos de dados são integrados com o suporte da OntoBio³ e do conhecimento elicitado via formulários socioeconômi-

² UFAM – Universidade Federal do Amazonas - <https://ufam.edu.br>.

³ OntoBio - Uma ontologia de domínio da biodiversidade para objetos biológicos coletados na Amazônia.

cos. O Esquema Lógico Integrado do BD é mapeado para o esquema físico do BD que é povoado com os dados das bases de dados que compõem o PELD-DIVA.

4. Considerações Finais

Pesquisar a biodiversidade e dar suporte a políticas públicas depende cada vez mais de grandes conjuntos de dados mantidos em repositórios digitais e de capacidade computacional de analisar, modelar, simular e prever o uso desses dados. No entanto, os recursos de dados que estão fisicamente distribuídos e a falta de experiência com ferramentas analíticas avançadas constitui desafios para os cientistas das áreas de biociência. O e-DIVA foi pensado para atender estas demandas e permite avaliar a dinâmica temporal de longo prazo da diversidade de populações de peixes da várzea da Amazônia Central em resposta a diferentes situações de conservação ambiental, esferas de governança e tipos de manejo dos ambientes aquáticos e dos recursos pesqueiros.

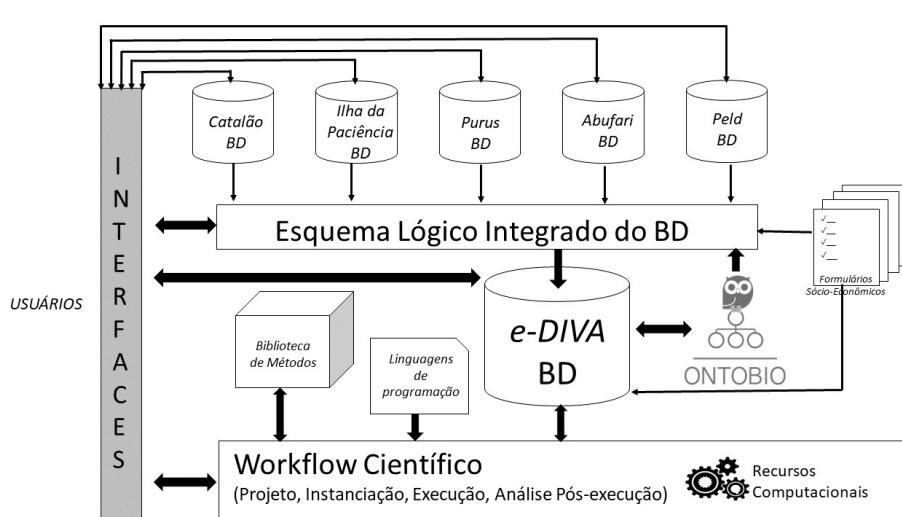


FIG. 01 | INFRAESTRUTURA DO E-DIVA.

Referências

1. Albuquerque, A. C. F.; Santos, J.L.C.; Castro Jr, A.N. (2015) "OntoBio: A Biodiversity Domain Ontology for Amazonian". Proceedings of 48th Hawaii International Conference on System Sciences. Kauai, Hawaii, January 5th – 8th. ISBN: 978-1-4799-7367-5.
2. Junk, W. J.; Soares, M. G. M.; Bayley, P. B. (2007) "Fresh Water Fishes of the Amazon River Basin: Their Biodiversity, Fisheries and Habitats". Journal Aquatic Ecosystem Health and Management, Vol. 10. Issue 2.
3. Oliveira Júnior, A. (2015) "Amazônia: Paisagem e Região na Obra de Eidorfe Moreira". Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 10, n. 3, p. 569-581. DOI: 10.1590/1981-81222015000300003



JOSÉ LAURINDO CAMPOS DOS SANTOS é graduado em Engenharia Modalidade Construção Civil pelo Instituto de Tecnologia do Amazonas (1984), mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (1988) e doutor em Ciência da Computação - Universidade de Twente e Instituto Internacional de Pesquisa Aeroespacial e Observação da Terra - ITC, (2003) – the Netherlands.



ANDRÉA CORRÊA FLORES DE ALBUQUERQUE é graduada em Processamentos de Dados pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (1996) e em Ciências Econômicas pelo Centro Integrado de Ensino Superior do Amazonas - CIESA (1997). Tem mestrado em Informática pela Universidade Federal do Amazonas (2011) e doutorado (2016) em Informática pelo Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas.



SIDÍNEIA APARECIDA AMADIO tem graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho campus de Rio Claro, SP (1980), mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo INPA, Manaus, AM (1985) e doutorado em Ciências Biológicas pela University of Essex, Colchester, England (1995). Atualmente é pesquisadora aposentada e docente/orientadora credenciada no PPG Biologia de Água Doce e Pesca Interior.



CLAÚDIA PEREIRA DE DEUS é formada em Biologia Marinha pela Faculdade de Biologia e Psicologia Maria Thereza (1985), mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (1992) e doutora em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atua nos temas: peixes, ecologia trófica, sinecologia e desenvolvimento sustentável da Amazônia



MARIA ANGÉLICA DE ALMEIDA CORRÊA é economista e doutora em Ciências Pesqueiras nos Trópicos pela Universidade Federal do Amazonas. Atua na docência, pesquisa e extensão nas áreas de economia pesqueira, socioeconomia, economia de recursos naturais e manejo sustentável na Amazônia.



JANSEN ALFREDO SAMPAIO ZUANON é graduado em Ciências Biológicas pelo IBILCE/UNESP, mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo INPA e doutor em Ecologia pela Unicamp. Atualmente é pesquisador aposentado pelo INPA e reside em Santos, SP.