APLICAÇÕES DA BIOINFORMÁTICA EM PESQUISAS SOBRE BIODIVERSIDADE E ECOLOGIA

BIOINFORMATICS APPLICATIONS IN RESEARCH ON BIODIVERSITY AND ECOLOGY

SILVA, Lucas Gonçalves¹; SANTOS, Leandro Olegário²

¹Departamento de Biodiversidade e Ecologia, Laboratório de Ecologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, P12C, Sala 173, Campus Central da PUCRS, 91619-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: lucas.silva@pucrs.br

²Rede Record de Jornalismo, Sede Porto Alegre, 90850-250, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: leandronet@terra.com.br

Received 18 November 2008; received in revised form 24 May 2009; accepted 28 June 2009

RESUMO

O crescimento tecnológico coloca novas ferramentas tecnológicas à disposição de pesquisadores e do público. Bases de dados biológicos difundem-se pela rede mundial de computadores e são cada vez mais acessadas como fonte de informação biológica. Categorizar essas bases e analisar sua composição de informações com o objetivo de facilitar o acesso a essas bases, traz novas perspectivas para a divulgação científica. Bancos de dados como "Biodiversity Hotspots" e "Species 2000" possuem uma gama de importantes informações biológicas, assim como outras bases taxonômicas, genéticas e moleculares, onde são disponibilizados dados sobre espécies, ecologia de ecossistemas e estratégias de conservação ambiental.

Palavras-chave: Bancos de dados, Biodiversidade, Divulgação Científica

ABSTRACT

The technological growth places new tools to researches and general public. Biological databases are spread out for computer's world network and each time more had access for biological information sources. Categorize and analyze it's information and your composition objectifying to facilitate the access brings new perspectives to scientific spreading. Databases "Biodiversity Hotspots" and "Species 2000" possess many important biological information, like other databases, molecular and genetics, where are available species data, ecosystems ecology and conservation strategies.

Keywords: Databases, biodiversity, scientific spreading.

INTRODUÇÃO

A difusão de novas tecnologias vem modificando todas as áreas do conhecimento. Dentro deste contexto de globalização e interoperabilidade, onde as informações podem ser acessadas de todo o planeta, as diversas áreas das ciências biológicas podem utilizar ferramentas computacionais para o desenvolvimento de pesquisas e divulgação científica (Bisby, 2000).

Na ecologia, a bioinformática pode ser usada de diversas formas, principalmente no que diz respeito às informações sobre biodiversidade e modelagens de cenários ecológicos onde relações entre organismos e ambiente são extremamente complexas. Muitos bancos de dados encontram-se atualmente disponíveis na Internet, podendo ser acessados, na grande maioria dos casos, por todas as pessoas que tenham conexão com a rede mundial de computadores (Godfray, 2007).

A facilidade de informação gera uma otimização do tempo de produção científica com relação a dados biológicos e ambientais, dados esses que são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas por diversas instituições espalhadas pelo mundo.

A biodiversidade da Terra requer um grande conhecimento de suas características, já que está sob forte pressão humana, em função da destruição e fragmentação de habitats, aquecimento global por aumento da concentração de gases estufa na atmosfera e introdução de espécies (Sala *et al.*, 2000), ocasionando uma mudança em sua composição a taxas extremamente altas. Diante desse cenário, os ecólogos e pesquisadores das áreas biológicas em geral, têm papel importante na obtenção informações referentes à biodiversidade e ecologia das espécies, além da divulgação dessas informações por meios globais, tal como a Internet, utilizando-se de ferramentas computacionais para tal fim. Por isso, é extremamente importante analisar o impacto dos bancos de dados que servem como fontes de informações biológicas e a aplicabilidade da bioinformática na ecologia e na conservação da biodiversidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise do papel da bioinformática em pesquisas sobre a biodiversidade do planeta e ecologia das espécies viventes, foram consultados os principais bancos de dados biológicos disponíveis na Internet e diversos artigos científicos publicados em periódicos de reconhecimento internacional.

Uma categorização das fontes de informações biológicas foi produzida para analisar o impacto dos bancos de dados como fontes de informações. Foram definidas quatro categorias, de acordo com a composição das informações disponíveis (Tabela 1), sendo (1) Informações gerais sobre biodiversidade e/ou regiões biológicas de importância global, (2) Categorizações taxonômicas, (3) Informações de grupos biológicos específicos e (4) Informações genéticas e moleculares das espécies.

Todas as bases de dados citadas na Tabela 1 foram consultadas também para a avaliação da facilidade de acesso aos seus dados. Aquelas bases de dados que se encaixam na categoria (1) passaram por análise de cenários de biodiversidade, onde as informações referentes às espécies estão diretamente relacionadas a mapas temáticos ou espacialização das informações (Tornando dados biológicos em informações biogeográficas). A caracterização da biogeografia é de extrema importância para a conservação da biodiversidade mundial (Myers *et al.*, 2000), pois através dela é possível identificar pressões ambientais por conta da ação humana e promover atividades de conservação mais direcionadas e eficientes.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Através da análise das categorias definidas por meio de bases de dados e o enquadramento destas, fica evidente que as bases mais acessadas são aquelas que trazem informações mais globais e que, além de informações sobre espécies ou categorias taxonômicas, trazem a relação dessas informações com variáveis ambientais e a biogeografia. Bases de dados que possuem conteúdos específicos perdem, logicamente, em número de acessos, porém são muito difundidas pela sua especialização de suas informações (Edwards *et al.*, 2000), ou seja, aparecem na lista das 15 bases de dados mais acessadas, mesmo tendo conteúdos bastante específicos.

Quanto à distribuição mundial das bases de dados, predominam países como Estados Unidos e Austrália, além dos conteúdos divulgados por bases europeias de diversos países. Essa concentração se dá pelo fato dos investimentos financeiros em pesquisa e divulgação científica serem feitos com mais recursos nesses locais. Essa concentração da divulgação científica mostra a necessidade de investimento em pesquisa de países em desenvolvimento.

A sétima base de dados mais acessada, *Biodiversity Hotspots*, publicada pela Conservation International se mostra a mais completa quando analisadas informações de espécies e essas, comparadas e compiladas com informações ambientais. De todas as bases de dados, *Biodiversity Hotspots* traz as melhores modelagens de cenários de biodiversidade.

A base de dados também está disponível na forma impressa. *Hotspots* são definidos como regiões biologicamente ricas e sob forte ameaça na atualidade, com conformações originais dos ecossistemas menores que 25%. Além disso, esse sistema traz a biogeografia das espécies e dos *Hotspots* de forma bastante clara e interativa. Todos os dados estão disponíveis para livre acesso, o que facilita a divulgação das informações.

Figura 1 - Base de dados *Biodiversity Hotspots*, publicada pela Conservation International (CI Biodiversity Hotspots, 2008).

A base de dados *Species 2000* (Species 2000, 2008) está em primeiro lugar no número de acessos (Bisby, 2000) pelo fato de utilizar outros bancos de dados para compor o seu próprio.

Essa base traz informações ecológicas, taxonômicas e biogeográficas das espécies, porém não modela cenários de distribuição das mesmas globalmente. Os grandes pontos positivos de "*Species 2000*" são as divulgações de listas de espécies ameaçadas e a infinidade de grupos taxonômicos incluídos, onde são possíveis buscas de todos os organismos vivos conhecidos, através de uma ferramenta chamada "Catalogue of Life".

Quanto à categoria (4), composta por informações genéticas e moleculares das espécies, os bancos de dados estão em constante expansão e a cada momento recebem novos dados de todas as partes do mundo. A partir da década de 1990, quando a pesquisa genética e molecular tomou grandes proporções, informações oriundas dessas fontes passaram a compor cenários biológicos e evolutivos. Hoje, as pesquisas genéticas e moleculares possuem dados bem estruturados e com uma grande diversidade de informações, tal como o *GenBank* e o *Protein Data Bank* que, apesar de trazerem também restrições quanto às publicações, figuram dentre os mais acessados portais de informações biológicas.

Bancos de dados taxonômicos (2) aparecem também na lista dos mais procurados, mas possuem um aspecto bastante particular, são principalmente acessados por pesquisadores da área das ciências biológicas, por isso, assim como acontece com as bases de dados categorizadas como (3), o público-alvo dessas bases são os taxonomistas e os pesquisadores que tem afinidade de trabalho por algum grupo biológico específico (Neale *et al.*, 2007).

Para o trabalho de pesquisadores da área biológica e para o conhecimento em geral, bancos de dados são de extrema importância, pois através deles são divulgadas informações científicas que podem ser utilizadas em consultas, pesquisas e publicações. A qualidade dos bancos de dados também é bastante relevante, tanto na credibilidade das informações disponíveis, quanto na facilidade do acesso para todos os públicos. No caso de base de dados de artigos científicos, como de periódicos, portais específicos ou CD-ROMs, na maioria das vezes o acesso é restrito, o que dificulta acesso à informação por parte do público em geral (Stevenson *et al.*, 2003). O ideal seria que as informações biológicas fossem de acesso livre, para possibilitar a informação biológica para todos os tipos de públicos. Outra tendência é a

incorporação de bases de dados menores por bases maiores, com esse método acabam englobando mais informações e, na grande maioria dos casos, as bases mais específicas extinguem-se e bases de dados mais gerais adquirem um maior conteúdo.

A conservação biológica e dos ecossistemas depende da divulgação de informações, pesquisas científicas e investimentos na preservação das espécies. Bases de dados biológicos servem como instrumento de tomada de decisão e fonte de informações para composição de diversos tipos de trabalhos científicos. Como, cada vez mais a conservação biológica figura entre as prioridades de investimento a curto, médio e longo prazo, toda e qualquer fonte de informação com relação à biodiversidade e à ecologia torna-se de relevante importância e, igualmente importante, é relacionar fontes de informação com novas tecnologias que cada vez mais tomam espaço no cotidiano dos pesquisadores e do público como um todo.

REFERÊNCIAS

1. BISBY, F. A. **The Quiet Revolution: Biodiversity Informatics and the Internet**, *Science* 289 (2000), pp. 2309-2311.
2. EDWARDS, J. L.; LANE, M. A. & NIELSEN, E. S. **Interoperability of Biodiversity Databases: Biodiversity Information on Every Desktop**, *Science* 289 (2000), pp. 2312-2314.
3. CONSERVATION INTERNATIONAL. **Biodiversity Hotspots**. ago. 2008. Disponível em: <www.biodiversityhotspots.org> Acesso em: ago 2008.
4. GODFRAY, H. C. J. **Linnaeus in the Information Age**, *Nature* 446 (2007), pp. 259-260.
5. MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G. A. & KENT, J.. **Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities**, *Nature* 403 (2000), pp. 853-858.
6. NEALE, S. H.; PULLAN, M. R. & WATSON, M. F.. **Online Biodiversity Resources – Principles for Usability**, *Biodiversity Informatics* 4 (2007), pp. 27-36.
7. SALA, O. E.; CHAPLIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW E. & BLOOMFIELD, J.. **Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100**, *Science* 287 (2000), pp. 1770-1774.
8. SPECIES 2000. **Species 2000**. ago. 2008. Disponível em: <www.sp2000.org> Acesso em: ago 2008.
9. STEVENSON, R. D.; HABER, W. A. & MORRIS, R. A. **Electronic Field Guides and User Communities in the Ecoinformatics Revolution**, *Conservation Ecology* 7(1) (2003), Online.

Tabela 1: Categorização das informações biológicas disponíveis nos 15 bancos de dados científicos mais acessados na Internet

Mais acessado (Em ordem)	Banco de dados	Informações Biológicas disponíveis	Categoria
1	Species 2000	Catálogo com aproximadamente 450.000 espécies e consulta a 26 bases de dados taxonômicos.	1
2	GenBank - NCBI	Banco de seqüências genéticas, com aproximadamente 83.000.000 seqüências de diversas espécies.	4
3	Tree of Life	Contém informações sobre a diversidade de organismos, sua história evolutiva.	2
4	AAAS Science Magazine and Nature Magazine	Duas maiores revistas de divulgação científica, com publicações de pesquisadores de diversas áreas da ciência, principalmente biológicas.	1
5	PDB – Protein Data Bank RCSB	Banco de dados com estruturas de proteínas e moléculas biológicas.	4
6	GBIF – Global Biodiversity Information Facility	Grande portal de acesso a dados diversos sobre a biodiversidade mundial.	1
7	Conservation International – Biodiversity Hotspots	Base de dados das regiões biologicamente mais ricas do planeta e com as espécies mais ameaçadas.	1
8	ENHSIN - European Natural History Specimen Information Network	Base de dados que compila informações de diversos museus europeus e dá acesso às coleções científicas dessas instituições.	3
9	IOPI - International Organization For Plant Information	Base de dados de taxonomia de plantas, informações ecológicas e usos desse tipo de material biológico.	1
10	Biological Information Service – BioCISE Europe	Banco de dados com informações coletadas por diversos pesquisadores de instituições européias, com acesso para diversas espécies e registros de ocorrências das mesmas.	3
11	MOBOT TROPICOS – Missouri Botanical Garden	Maior base de dados de taxonomia e nomenclatura de plantas vasculares disponível na Internet.	2
12	Environment Australia Online	Portal do Governo Australiano sobre diversidade biológica e características ambientais, com foco na Oceania.	1
13	ETI World Biodiversity Database	Base de dados com informações de diversidade biológica de organismos e taxonomia.	1
14	FishBase.org	Maior base de dados biológicos e taxonômicos de espécies de peixes, de todos os continentes.	3
15	Online Tips of Birds EUA	Maior base de dados biológicos e taxonômicos de espécies de aves do planeta, com ênfase nas espécies da América do Norte.	3