



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

---

Relatórios Técnicos  
do Departamento de Informática Aplicada  
da UNIRIO  
n° 0004/2011

## **Uma abordagem ecológica dos Sistemas Computacionais**

**Leandro Dantas Calvão**  
**Mariano Pimentel**  
**Hugo Fuks**

Departamento de Informática Aplicada

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Av. Pasteur, 458, Urca - CEP 22290-240  
RIO DE JANEIRO – BRASIL

## Uma abordagem ecológica dos Sistemas Computacionais

Leandro Dantas Calvão, Mariano Pimentel<sup>1</sup>, Hugo Fuks<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto de Informática Aplicada – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

<sup>2</sup>Depto de Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

{leandro.calvao, pimentel}@uniriotec.br, hugo@inf.puc-rio.br

**Abstract.** This paper presents a systems research approach: the "Ecology" of Computer Systems. This approach comprises the relationship between systems and their contexts of use, the systems classification, the historical development, the differentiation between the systems, the trend of success or extinction of a system type, the influences of system design, and the design of a new system based on competing systems.

**Keywords:** computer systems, evolution of computer systems, ecology of computer systems, classification of computer systems

**Resumo.** Neste relatório é apresentada uma abordagem para pesquisa de sistemas: a "Ecologia" dos Sistemas Computacionais. Nessa abordagem, investiga-se: relação entre os sistemas e os contextos de uso, classificação, evolução histórica, diferenciação entre os sistemas, tendência de sucesso ou extinção de um tipo de sistema, influências entre projetos de sistemas, e projeto de um novo sistema com base em sistemas concorrentes.

**Palavras-chave:** sistemas computacionais, evolução dos sistemas computacionais, ecologia dos sistemas computacionais, classificação dos sistemas computacionais, seleção social.

## Sumário

1	Evolucionismo <i>versus</i> criacionismo dos sistemas computacionais	4
2	Evolução dos sistemas	6
3	Evolução das espécies de sistemas	8
4	Por uma taxonomia dos sistemas	10
5	Seleção social: sobrevivem os sistemas mais usados	12
6	Funcionalidade: unidade de análise para a comparação dos sistemas	13
7	Conclusão	14
	Referências Bibliográficas	15

# 1 Evolucionismo versus criacionismo dos sistemas computacionais

Uma abordagem ecológica já foi proposta para os Sistemas de Informação [Liu *et al.*, 2007], bem como a teoria evolucionista também já é empregada em algumas áreas da Ciência da Computação, como em Linguagens de Programação [Boutin *et al.*, 2002] e Sistemas Operacionais [Lundqvist e Rodic, 2010]. A pesquisa apresentada nesse artigo contribui para o desenvolvimento de teorias, métodos e instrumentos para sistematizar o conhecimento sobre os sistemas computacionais a partir de uma abordagem ecológica.

“Sistemas de Informação”, enquanto ciência, ainda precisa desenvolver teorias e consolidar o conhecimento sobre os sistemas computacionais. Por exemplo, não há uma sistemática amplamente aceita para a classificação dos sistemas, nem organizações responsáveis pela catalogação, nem bons meios para comparar e diferenciar os tipos de sistemas. É improvável que alguém consiga responder perguntas como: Quais são os tipos de Sistemas que existem? Qual é a ordem de grandeza da população de um dado tipo de sistema? Qual é a taxa de crescimento ou decaimento dessa população? Quais tipos de sistemas já existiram no passado e que estão extintos, sem descendentes em uso na atualidade? Quais são as espécies de sistemas que influenciaram o surgimento de um novo tipo de sistema? Essas perguntas serão respondidas com a consolidação de resultados de pesquisa a partir de uma abordagem ecológica.

A abordagem ecológica dos Sistemas Computacionais parte da analogia com o estudo dos seres vivos pela Biologia. Ecologia é a ciência que estuda os seres vivos, o ambiente em que vivem, a população de cada espécie, e a interação entre os seres e o ambiente [Margalef, 1998]. Analogamente, um sistema computacional pode ser visto como um ser vivo, e a sociedade pode ser vista como o ambiente em que os sistemas vivem. Uma cópia de um sistema não pode ser considerada como um ser diferente, mesmo que tenha configurações distintas, pois não há variação funcional.

Nessa pesquisa, compartilhamos da visão evolucionista dos sistemas computacionais indicada por Nielsen [2000, p.218]:

*“Criacionismo de design versus darwinismo de design (...) a Web está evoluindo nesse exato momento e os experimentos acontecem de forma manifesta na internet (em vez de em um laboratório de usabilidade com videotape) e todos nós somos cobaias. O resultado é um darwinismo de design muito mais rígido, em que as idéias sucumbem e queimam em público. As melhores idéias de design acabarão sobrevivendo e as ruins cairão, pois os usuários abandonarão os sites mal concebidos.”*

Discordamos, contudo, que a teoria darwinista seja adequada para explicar a evolução dos sistemas. De forma distinta dos seres vivos na natureza, que se reproduzem e cada espécie tem um único ancestral, os sistemas são projetados pelo homem em função de uma cultura de uso, e como defendido ao longo desse artigo, a “seleção social” e a teoria lamarckiana do “uso e desuso” são mais adequadas para explicar a evolução dos sistemas computacionais.

A abordagem clássica de Levantamento de Requisitos da Engenharia de Software para o projeto de um sistema é criacionista, visto que um sistema é criado a partir do levantamento de requisitos do cliente sem considerar a cultura de uso dos sistemas correlacionados. É verdade que os projetistas, ao criarem novos sistemas, acabam le-

vando em consideração os sistemas de sua época, mas esse “levar em consideração” não é capturado nem sistematizado pelos métodos clássicos de levantamento de requisitos da Engenharia de Software, como em Casos de Uso.

Também é fato que na Engenharia de Software existem abordagens evolucionistas. Reuso é evolucionista, pois leva-se em consideração o conhecimento acumulado sobre o desenvolvimento de um tipo de sistema: código-fonte, padrões de projeto, framework, linha de produto de software, análise do domínio. Mas as abordagens baseadas no reuso não dão conta de um pensamento ecológico sobre os sistemas, pois não sistematizam as espécies, a população, a evolução e outros aspectos históricos e sociais relacionados aos tipos de sistemas.

Análise de Concorrentes, método usado no design da Interação Humano-Computador, apoia a identificação do que é adequado em sistemas semelhantes ao que será desenvolvido [Brown, 2007]. Busca-se analisar o estado da arte dos sistemas correlacionados, pois é onde se encontram os projetos bem adaptados. Essa é uma abordagem evolucionista. Contudo, esses métodos e abordagens não estabelecem uma teoria generalizante sobre a ecologia e a evolução dos sistemas, como aqui proposto.

O relatório é organizado nas seguintes seções: nas seções 2 e 3 é abordada a evolução dos Sistemas, seja de um sistema individualmente ou das espécies de sistemas; na seção 4 é defendida a necessidade de uma sistemática de classificação para os sistemas, sendo apresentado um exemplo e propostos instrumentos e técnicas para alavancar o estabelecimento de uma taxonomia; na seção 5 é teorizado que a “seleção social” é o mecanismo que determina a evolução dos sistemas; na seção 6 é discutido que as funcionalidades constituem a unidade de análise para analisar a evolução e a ecologia dos sistemas; e na seção 7 é apresentada a conclusão do artigo.

## 2 Evolução dos sistemas

Evolucionismo é uma abordagem biológica que se refere às mudanças ocorridas entre gerações na população de uma espécie. As mudanças dependem do ambiente em que a população vive e das variações genéticas que ocorrem na população [Ridley, M., 2004].

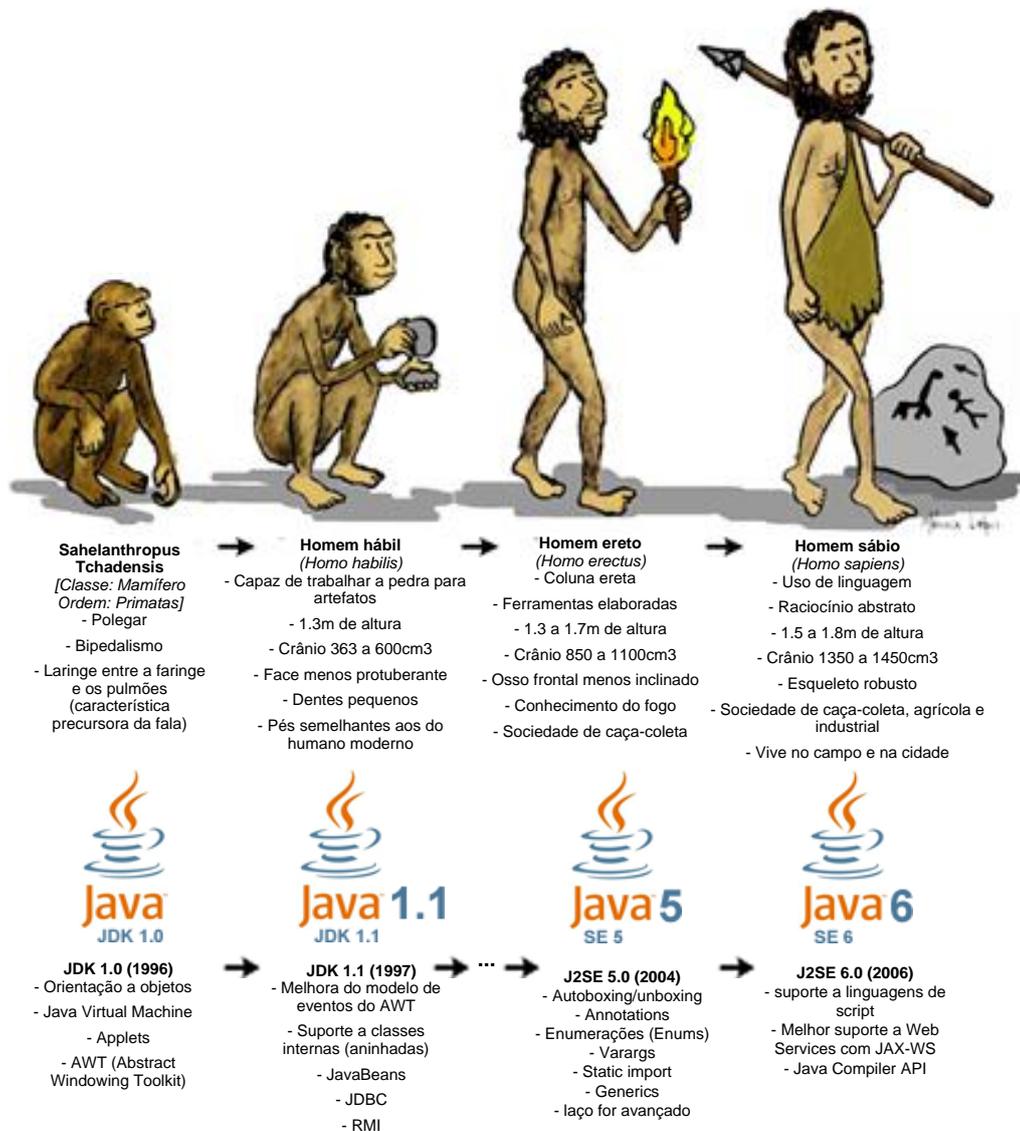


Figura 1. Paralelo entre evolução humana e de um sistema

Também é possível reconhecer a evolução dos sistemas, como exemplificado na Figura 1. Na biologia, a chave para sistematizar a evolução dos seres vivos é a variação das características genéticas e fenotípicas ao longo do tempo, como o formato do crânio, dentes e estrutura do esqueleto. Na evolução dos sistemas, é a variação de funcionalidades (adição de novas, modificação ou exclusão de funcionalidades existentes) que caracteriza uma nova versão de um sistema, a evolução do produto.

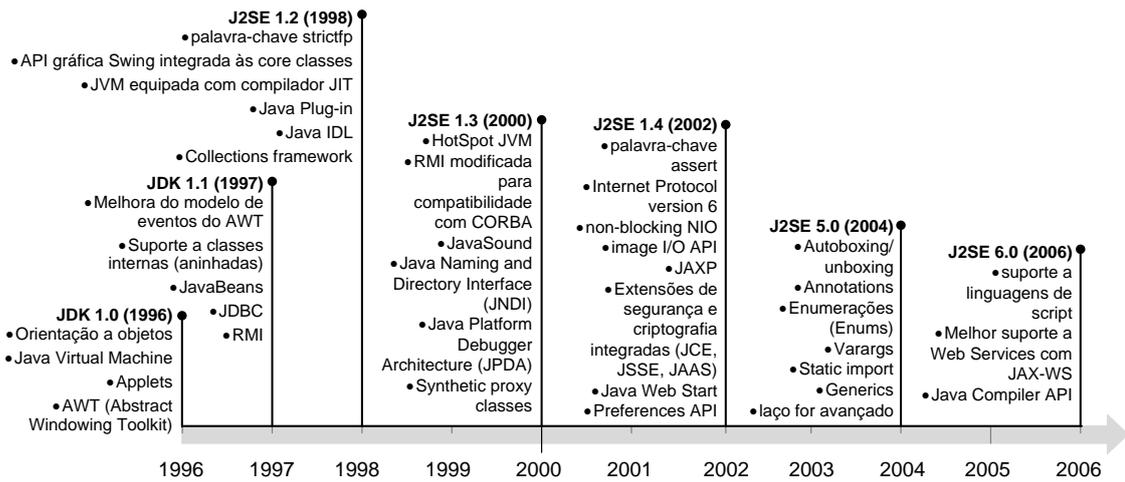


Figura 2. Evolução histórica de um sistema

A linha do tempo, ilustrada na Figura 2, é um instrumento adequado para representar a evolução dos sistemas, devendo ser registrados os sistemas ou versões e as funcionalidades marcantes ao longo do tempo.

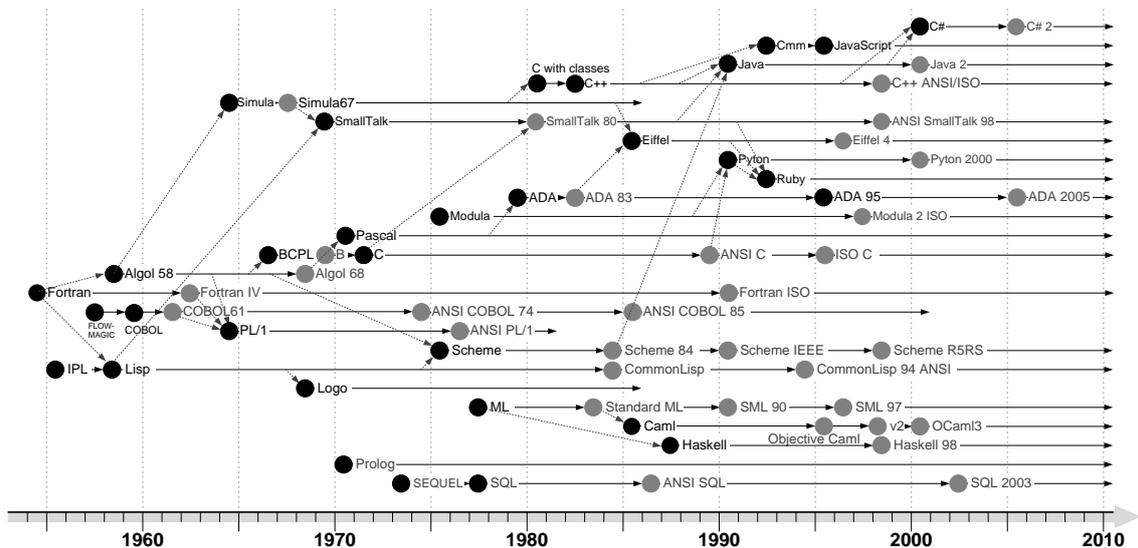


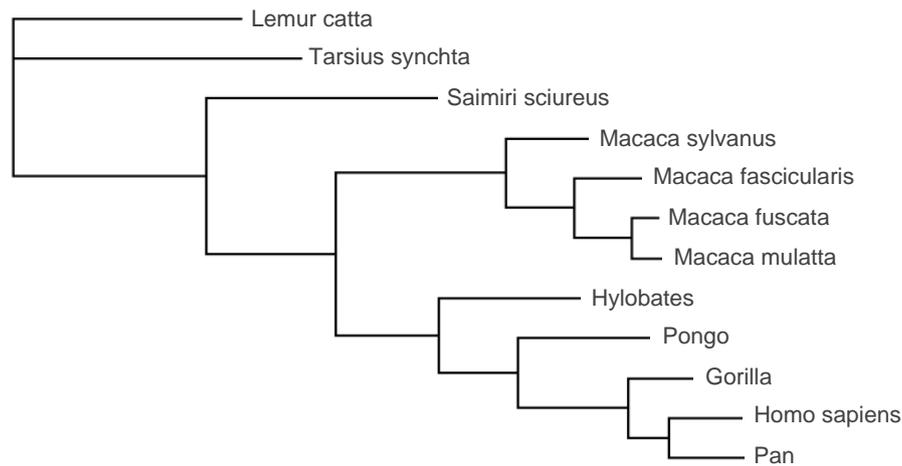
Figura 3. Rede de Influências no projeto dos sistemas

Estudo não extensivo, restrito às linguagens mais conhecidas [Wikipedia, 2011a, 2011b, Lévénéz, 2010; O'Reilly, 2004; Boutin *et al.*, 2002; Kinnersley, 1991]

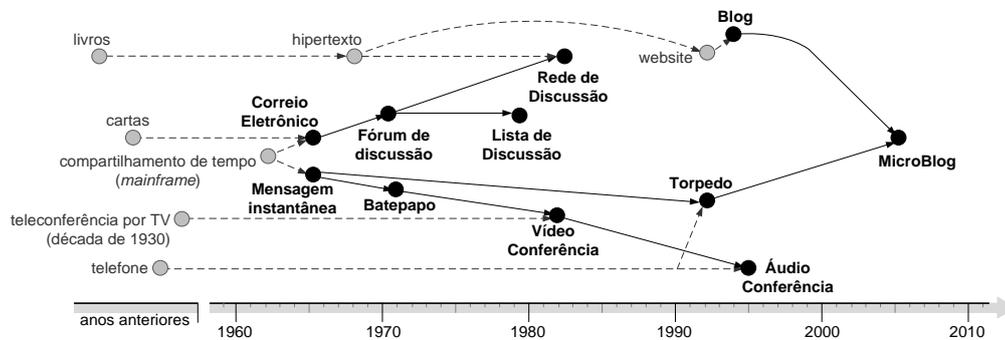
Assim como uma nova versão baseia-se na anterior, o projeto de um novo sistema é influenciado por sistemas anteriores. Diferentemente dos seres vivos sexuados que descendem de dois pais, o projeto de um sistema pode ser influenciado por múltiplos sistemas anteriores. Por exemplo, a primeira versão da linguagem JAVA foi influenciada pelas linguagens C++, SmallTalk e Scheme. O que se constata a partir da rede evolucionária das Linguagens de Programação, exemplificada na Figura 3, é que geralmente não ocorre o criacionismo. Os sistemas não são “criados do nada”: há uma teia de influências que explica a gênese de um dado projeto, embora nem sempre essas influências sejam explicitadas pelos projetistas. Até a linguagem Fortran, por exemplo, foi influenciada pelas linguagens de montagem (assembly) daquela época, não foi um ato de criação espontânea.

### 3 Evolução das espécies de sistemas

As espécies de seres vivos descendem umas das outras por especiação evolutiva, não são criadas de forma independente [Ridley, M., 2004]. A evolução das espécies de seres vivos é representada por uma árvore, geralmente um cladograma ou um filograma como o exemplificado na Figura 4.a.



a) Filograma dos primatas [Page, 2002]



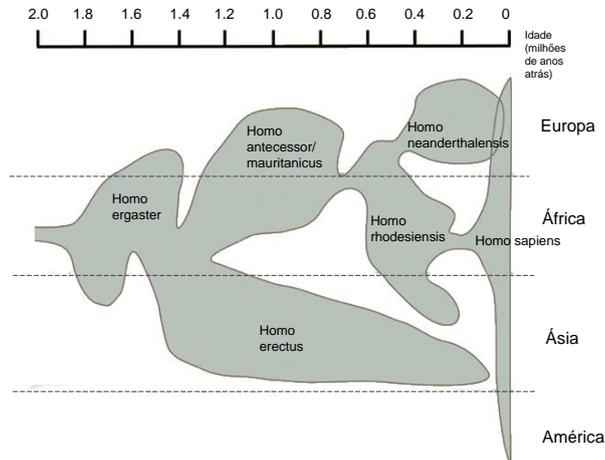
b) Rede de influências entre as espécies de Sistemas de Comunicação

**Figura 4. Paralelo entre a evolução das espécies de seres vivos e de sistemas**

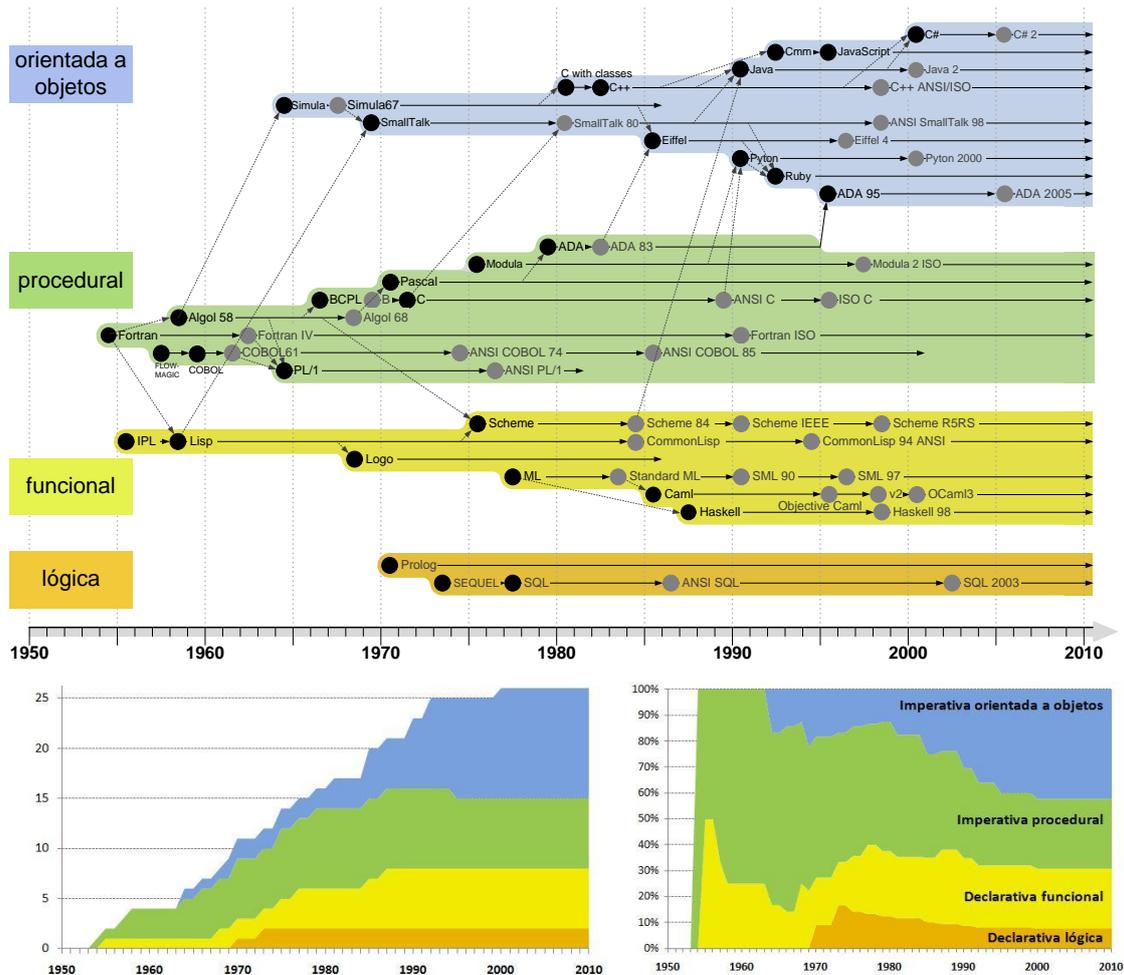
Diferentemente das espécies de seres vivos, as espécies de sistemas não têm um ancestral único. Portanto, deve-se representar a evolução das espécies de sistemas por meio de uma “rede de influências” em vez de uma árvore, como ilustrado na Figura 4.b. Esse diagrama também pode se apoiar numa linha do tempo para correlacionar o período de surgimento das espécies de sistemas.

Uma forma de identificar as espécies de seres vivos é pelo fato de que, em geral, indivíduos de uma mesma espécie cruzam entre si e dão origem a descendentes férteis em condições naturais. De forma análoga, um indicativo para se identificar espécies de sistemas computacionais é pelo fato de que, em geral, um usuário adota apenas um sistema de cada espécie. Por exemplo, um usuário de um sistema de correio eletrônico,

como o Gmail, geralmente não adota outro sistema da mesma espécie como o Hotmail, pois ambos atendem à mesma necessidade de comunicação e um único sistema dessa espécie é suficiente para o usuário. Se esse mesmo usuário adota outros sistemas de comunicação, como por exemplo, o Twitter, pode ser um indicativo de espécies diferentes (microblog *versus* correio eletrônico).



a) Populações das espécies de Hominídeos [Stringer, 2003; Reed et al, 2004]



b) Populações das espécies de Linguagens de Programação

Figura 5. Paralelo entre estudos populacionais de seres vivos e de sistemas

O que potencializa a especiação dos seres vivos é o isolamento geográfico ou uma mudança comportamental. Nos sistemas, novas tecnologias, técnicas e cultura de uso são os fatores que promovem a especiação. Por exemplo, na Figura 4.b, identifica-se que o telefone e o hipertexto alavancaram o surgimento de novas espécies de sistemas de comunicação. Celulares potencializaram a cultura da troca de mensagens, o que potencializou o surgimento de uma nova espécie, o microblog (Twitter e similares).

Com relação aos seres vivos, são estudadas as populações das espécies como exemplificado na Figura 5.a. Também é de interesse o estudo populacional dos sistemas, como exemplificam os estudos sobre as linguagens de programação apresentados na Figura 5.b. A análise da população possibilita identificar o período de predominância das espécies, as tendências de crescimento e extinção, e as influências entre as espécies ao longo do tempo.

## 4 Por uma taxonomia dos sistemas

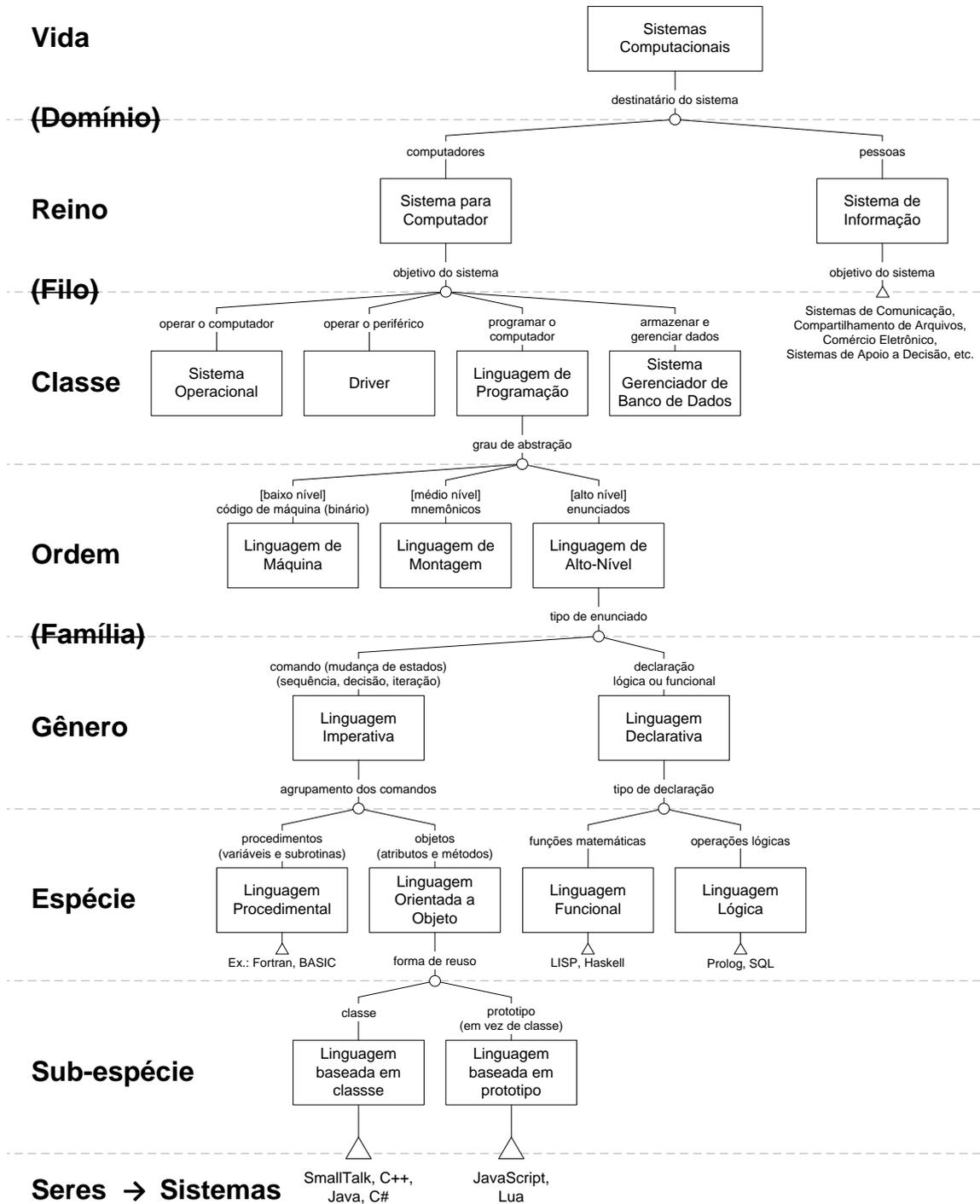
A taxonomia de Linnaeus [1758] é usada para classificar hierarquicamente os seres vivos em função de dados morfológicos, ecológicos e comportamentais. De forma análoga, é preciso definir uma taxonomia para os sistemas.

Assim como os seres vivos são classificados em grupos de organismos que compartilham características (taxon), a classificação dos sistemas também deve estar baseada em características como público alvo, objetivo e funcionalidades, além de dados sobre população e cultura de uso, e do reconhecimento por usuários e especialistas. Árvore de Decisão, exemplificada na Figura 6, é um meio de representação adequado para apoiar a elaboração dessa taxonomia, pois possibilita explicitar o critério de classificação entre os diferentes ramos e as características que diferem os grupos de indivíduo.

Com relação ao grupo Linguagem de Programação, exemplificado na Figura 6, há diferentes propostas de classificação das espécies, como a da ACM [1998] e outras baseadas no paradigma de programação, no grau de abstração, nas gerações das linguagens etc. [Wikipedia, 2011c]. Essa diversidade de formas de classificar as linguagens de programação indica a necessidade de uma instituição responsável pela padronização e manutenção da taxonomia, bem como pela certificação da filiação de um sistema numa dada espécie. De forma análoga às instituições responsáveis pela classificação zoológica e botânica dos seres vivos, em Computação deveríamos ter uma instituição ou consórcio responsável pela classificação dos sistemas.

**Classificação dos Seres Vivos (Taxonomia de Lineu)**

**Classificação dos Sistemas Computacionais (taxonomia a ser convencionalizada)**



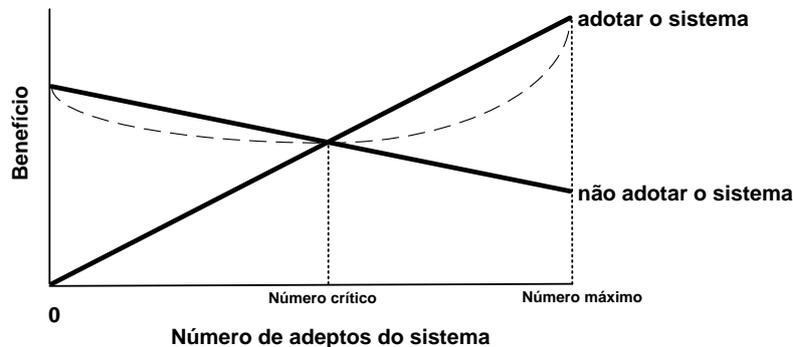
**Figura 6. Taxonomia das Linguagens de Programação**

O ramo “Sistema de Informação” encontra-se expandido em [Calvão *et al.*, 2011]

## 5 Seleção social: sobrevivem os sistemas mais usados

No livro “A Origem das Espécies” de Darwin [1859], foi proposta a teoria da seleção natural para explicar a evolução das espécies animais e vegetais. Sobrevivem os indivíduos mais adaptados ao meio em que vivem e reproduzem-se mais do que os indivíduos menos adaptados, e assim as características hereditárias favoráveis tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos. Com o passar do tempo, os organismos se especializam e eventualmente emerge uma nova espécie.

Enquanto na biologia a evolução dos seres vivos é decorrente da seleção natural, a evolução dos sistemas computacionais decorre de uma seleção social. Na Seleção Social, as escolhas são influenciadas pelo comportamento das demais pessoas [Nesse, 2009]. Sistemas computacionais são artefatos mediadores na resolução de problemas tanto no nível físico quanto cognitivo, e promovem novas formas de pensamento dos usuários, o que leva ao desenvolvimento de novos sistemas. Desta forma, os sistemas computacionais são criados e modificados em função das atividades realizadas e da construção social, cultural e histórica [Kaptelinin e Nardi, 2006]. Em geral, tendem a serem mais usados os sistemas mais adaptados às necessidades dos usuários. Os sistemas mais usados e que melhor atendem as necessidades dos usuários têm mais probabilidade de terem as funcionalidades copiadas e adaptadas para projetos de novos sistemas. Dessa forma, a explicação para a evolução dos sistemas aproxima-se mais da teoria lamarckiana de uso e desuso do que da teoria da herança genética de Mendel. Ao longo dos anos, as funcionalidades de sucesso tornam-se mais comuns nos projetos dos novos sistemas. Quando um sistema obtém sucesso entre os usuários, outros sistemas semelhantes são desenvolvidos, o que pode resultar num grupo especializado de sistemas que eventualmente é reconhecido como uma nova espécie.



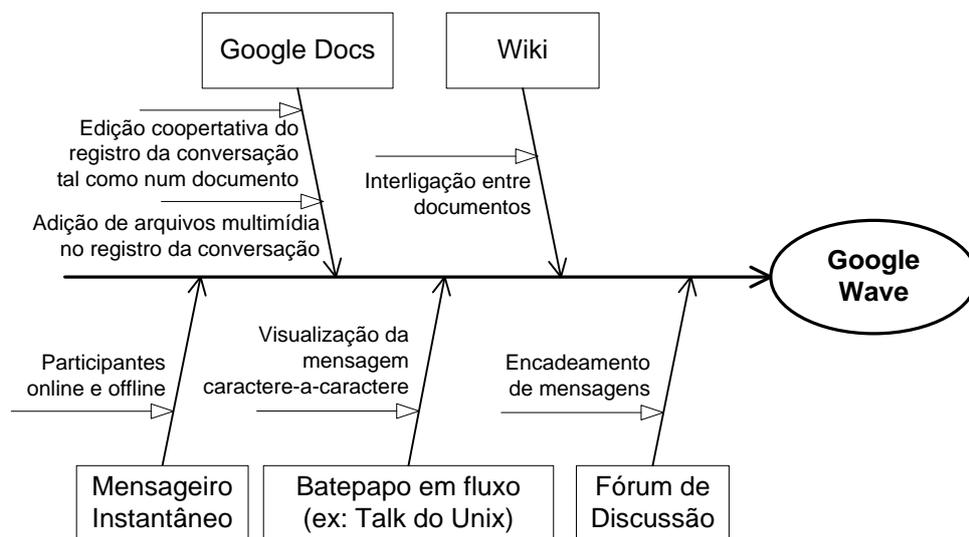
**Figura 7. Relação de benefício entre usar ou não um sistema [Markus e Connolly, 1990]**

No estudo apresentado por Markus e Connolly (1990) sobre a adoção de sistemas de comunicação numa organização, é equacionada a relação entre uso e não-uso de sistemas. Quanto mais pessoas usam um sistema, mais incentivo para que os demais membros do grupo social também usem, e cresce o custo em não usar o sistema – Figura 7. Após um número crítico de usuários, as pessoas são impulsionadas a adotar o sistema. Esse é um fenômeno particularmente comum em redes sociais e comunidades. Conforme o Facebook ganha mais adeptos, mais pessoas são impulsionadas a usá-lo; conforme o Orkut tem menos usuários, obtêm-se menos benefícios. No Brasil, a população de usuários do Facebook dobrou no último ano [Ferrari, 2010]. O mesmo princípio explica a migração de usuários do ICQ para o MSN, ainda muito popular no Brasil [Ferrari, 2010].

No estudo apresentado por Boutin et al. (2002) sobre a evolução das linguagens de programação, foram enumerados motivos para a sobrevivência de algumas linguagens (as “mais adaptadas”): ter uma poderosa base de usuários, ser de interesse de um grande público, presença de um líder carismático, preencher um nicho de mercado, possibilitar a realização do trabalho, conter novas funcionalidades, e elegância. Todos esses motivos derivam dos dois princípios aqui enunciados como fatores da seleção social: adequação às necessidades dos usuários e popularidade do sistema.

## 6 Funcionalidade: unidade de análise para a comparação dos sistemas

Enquanto na biologia são analisadas as variações genéticas e morfológicas para comparar os seres vivos, em sistemas computacionais a comparação deve ser estabelecida pelas funcionalidades. Assim como são analisadas as medidas anatômicas, é preciso identificar, catalogar e comparar as funcionalidades dos sistemas. A chave para compreender a evolução dos sistemas decorre da cópia e adaptação das funcionalidades entre projetos de sistemas, o que corresponde à “transmissão genética” entre os seres vivos.



**Figura 8. Diagrama de Influências**

Nesse exemplo foram explicitadas as funcionalidades dos sistemas que influenciaram o projeto do Google Wave. Baseado em [Trapani, 2010]

Para analisar as funcionalidades que influenciaram o projeto de um novo sistema, nessa pesquisa é proposto o Diagrama de Influências, ilustrado na Figura 8, adaptado do diagrama Espinha-de-Peixe, ou diagrama de Ishikawa, originalmente desenvolvido para relacionar as causas de um fenômeno [Wikipedia, 2011d]. Nessa pesquisa é também proposto que os projetistas elaborem esse diagrama como uma atividade de análise de sistema, tal como são elaborados outros diagramas como o de Classes. Ao estabelecer a relação com as funcionalidades de outros sistemas, compreende-se melhor o projeto do novo sistema a ser desenvolvido.

A identificação da origem das funcionalidades ajuda a certificar a qualidade do produto. Um sistema cujas funcionalidades estão baseadas em sistemas de sucesso

talvez tenha mais chance de ser bem sucedido do que se as funcionalidades forem baseadas em sistemas fracassados. É claro que o sucesso de um produto não depende apenas da apropriação de funcionalidades de sistemas de sucesso. Por exemplo, o Google Wave foi derivado de vários sistemas de sucesso – fórum, wiki, mensageiro, batepapo e Google Docs (Figura 8) – mas foi descontinuado menos de um ano após ter sido lançado. Dentre as razões apontadas para o fracasso, identifica-se a dificuldade de uso [Boulton, 2010].

No mercado, por problemas de direitos autorais, em geral não são explicitadas as funcionalidades de outros sistemas que influenciaram o projeto do novo sistema. Para evitar a acusação de plágio e os prejuízos com processos jurídicos, o mercado adota um discurso criacionista, como se cada sistema fosse “criado do nada”, ausente de referências para outros anteriores. Já em pesquisas acadêmicas, é preciso fundamentar uma proposta de sistema em trabalhos anteriores, e espera-se que o Diagrama de Influências seja empregado também nesse contexto.

## 7 Conclusão

Conforme apresentado nesse artigo, a partir da abordagem ecológica é possível enunciar teorias, métodos e instrumentos para sistematizar o conhecimento sobre os sistemas computacionais. São vários bons motivos para aprofundar a abordagem ecológica dos sistemas: identificar e registrar a evolução das espécies de sistemas, levantar hipóteses para o sucesso ou fracasso de um sistema, definir uma taxonomia, sistematizar a análise das funcionalidades visando apoiar o reuso e a identificação de quais funcionalidades adotar e quais evitar, e apoiar o projeto de novos sistemas.

Segundo pesquisadores da evolução das linguagens de programação, esse tipo de estudo possibilita *“conhecer o processo do desenvolvimento de software, as mentes de seus criadores, e as forças tecnológicas, sociais e econômicas que transformaram a história no tempo de sua criação. Este estudo fornecerá um material bruto para arqueólogos de software, historiadores e desenvolvedores, permitindo que estes conheçam o que funcionava, o que era brilhante e o que foi um absoluto fracasso.”* [Boutin et al., 2002]

Em trabalhos futuros, é preciso consolidar ainda mais o corpo teórico, as técnicas e os instrumentos decorrentes da abordagem ecológica desenvolvida na pesquisa apresentada nesse artigo. A abordagem é generalizante, e deverá ser empregada em vários contextos: Linguagem de Programação, Sistemas de Comunicação [Calvão et al., 2011], Comércio Eletrônico, Sistemas Operacionais etc.

A evolução dos seres vivos é ao mesmo tempo uma teoria e um fato [Moran, 1993], e o mesmo se aplica aos sistemas computacionais. Nós, enquanto cientistas pesquisadores de Sistemas de Informação, não podemos mais ignorar essa abordagem.

## Referências Bibliográficas

- ACM (1998) **Computing Review Classification System: Language Classifications**, Disponível em: <http://www.acm.uiuc.edu/signet/JHSI/cr.D.3.2.html> Acesso em: fev 2011.
- BOUTIN, P; HAILPERN, B. WIEDERHOLD, G. (2002) **Mother Tongues: Tracing the roots of computer languages through the ages**, In: Wired Magazine, ed. 07/2002, Disponível em: <http://www.digibarn.com/collections/posters/tongues/tongues.jpg> Acesso em: fev 2011.
- BOULTON, C. (2010) **Cloud Computing: Google Wave's Failure: 10 Reasons Why**, Disponível em: <http://www.eweek.com/c/a/Cloud-Computing/Google-Waves-Failure-10-Reasons-Why-538884> Acesso em: fev 2011.
- BROWN, D. (2007) **Communicating Design: developing web site documentation for design and planning**, New Riders.
- CALVÃO, L. D., PIMENTEL, M., FUKS, H. (2011) **Sistemas de Comunicação sob a perspectiva evolucionista**, Relatório Técnico, Relate-Dia, UNIRIO.
- DARWIN, C. (1859) **A Origem das Espécies**, Rio de Janeiro: Editora Hemus, 1995.
- FERRARI, B. (2010) **Onde os brasileiros se encontram (fonte: IBOPE NetRatings)**, In: **Revista Época, Facebook, Twitter, Orkut... É hora de entrar ou cair fora?**, n.628, 28/05/2010, Disponível em: <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI143701-15224,00-ONDE+OS+BRASILEIROS+SE+ENCONTRAM.html> Acesso em: fev 2011.
- KAPTELININ, V. E NARDI, B. A. (2006) **Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design**, MIT Press.
- KINNERSLEY, B. (1991) **A Chronology of Influential Computer Languages**, Disponível em: <http://people.ku.edu/~nkinners/LangList/Extras/famous.htm> Acesso em: fev 2011.
- LÉVÉNEZ, E. (2010). **Computer Languages History**, In: Éric Lévénéz's site. Disponível em: <http://www.levenez.com/lang> Acesso em: fev 2011.
- LIU, Y., ZHANG, S., FANG, M. (2007) **Ecological Analysis on Evolution of Information Systems**, In: IFIP International Federation for Information Processing, v. 252, Integration and Innovation Orient to E-Society, v 2. Boston: Springerj, p. 308-315.
- LINNAEUS, C. (1758) **Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis** (em Latim).
- LUNDQVIST, A, RODIC, D. (2010) **GNU/Linux distro timeline Version 10.11**. Disponível em: <http://futurist.se/gldt/wp-content/uploads/gldt1011.png> Acesso em: fev 2011.
- MARGALEF, R. (1998) **Ecologia**, 9 ed. Barcelona: Omega.
- MARKUS, M.L. AND CONNOLLY, T. (1990) **Why CSCW Applications Fail: Problems in the Adoption of Interdependent Work Tools**, In: Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work, ACM/SIGCHI & SIGOIS, p. 371-380.
- MORAN, L. (1993) **Evolution is a Fact and a Theory**, Disponível em: <http://www.talkorigins.org/faqs/evolution-fact.html> Acesso em: fev 2011.

- NESSE, R.M. (2009) **Social selection and the origins of culture**. In: Evolution, culture, and the human mind. Philadelphia, PA: Psychology Press. p. 137-150.  
Disponível em: <http://www-personal.umich.edu/~nesse/Articles/Nesse-SocSelCulture-2009.pdf> Acesso em: fev 2011.
- NIELSEN, J. (2000) **Projetando Websites: A Prática da Simplicidade**, Ed. Campus.
- O'REILLY (2004) **History of Programming Languages**,  
Disponível em: [http://oreilly.com/news/graphics/prog\\_lang\\_poster.pdf](http://oreilly.com/news/graphics/prog_lang_poster.pdf) Acesso em: fev 2011.
- PAGE, RDM. **Visualizing phylogenetic trees using TreeView**, Curr Protoc Bioinformatics Chapter. 2002;6:Unit 6.2. doi: 10.1002/0471250953.bi0602s01,  
Disponível em: <http://www.currentprotocols.com/protocol/bi0602> Acesso em: fev 2011.
- REED DL, SMITH VS, HAMMOND SL, ROGERS AR, CLAYTON DH (2004) **Genetic Analysis of Lice Supports Direct Contact between Modern and Archaic Humans**. PLoS Biol 2(11): e340. doi:10.1371/journal.pbio.0020340.  
Disponível em:  
<http://www.plosbiology.org/article/slideshow.action?uri=info:doi/10.1371/journal.pbio.0020340#> Acesso em: fev 2011.
- RIDLEY, M. (2004) **Evolution**. Wiley-Blackwell.
- STRINGER, C. (2003) **Human evolution: out of Ethiopia**. Nature 423, p.692-695.  
Disponível em:  
[http://www.nature.com/nature/journal/v423/n6941/fig\\_tab/423692a\\_F1.html#figure-title](http://www.nature.com/nature/journal/v423/n6941/fig_tab/423692a_F1.html#figure-title) Acesso em: fev 2011.
- TRAPANI, G. (2010) **The Complete Guide to Google Wave**,  
Disponível em: [http://completewaveguide.com/guide/Meet\\_Google\\_Wave](http://completewaveguide.com/guide/Meet_Google_Wave)  
Acesso em: fev 2011.
- WIKIPEDIA (2011a) **History of programming languages**,  
Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_programming\\_languages](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_programming_languages)  
Acesso em: fev 2011.
- WIKIPEDIA (2011b) **Comparison of programming paradigms**.  
Disponível em:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_programming\\_paradigms](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_programming_paradigms)  
Acesso em: fev 2011.
- WIKIPEDIA (2011c) **Programming Language's Taxonomies**,  
Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/Programming\\_language#Taxonomies](http://en.wikipedia.org/wiki/Programming_language#Taxonomies)  
Acesso em: fev 2011.
- WIKIPEDIA (2011d) **Ishikawa diagram**,  
Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram) Acesso em: fev 2011.