

Sumário

- 5 / **Dos Enfoques de la Programación Lógica con Restricciones**
Francisco Ibañez, Raymundo Forradelas, Fernando Barber e Rafael Berlanga
- 37 / **Recuperando Caminhos no Esquema Algorítmico Union-Find**
Newton José Vieira
- 55 / **Classificação por Intercalação: Um Método Confiável**
Paulo Alberto Azeredo
- 71 / **Marked Petri Nets**
Paulo Fernando Blauth Menezes
- 93 / **Um Algoritmo Algébrico para Isolar Zeros Polinomiais Complexos**
Maria Angelica de Oliveira Camargo, Vilmar Trevisan, Dalcidio Moraes Claudio
- 115 / **Resumos (Dissertações)**
- 129 / **Apologia ao Ensino/Aprendizado de Matemática Assistida por Sistemas de Computação Algébrica**
Waldir L. Roque
- 141 / **International Cooperation - CNPq/ProTeM-CC**

Apoio: UFRGS-PROPESP/FUNDATEC

Revista de Informática Teórica & Aplicada - Volume II - Número 2 - 1995

Revista de Informática Teórica & Aplicada

Volume II • Número 2 • 1995 • ISSN 0103 - 4308

Informática
UFRGS

Uma Metodologia para a Especificação Formal de Serviços e Protocolos de Comunicação

Autor: Mirela Sechi Moretti Annoni Notare

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Gonçalves Riso

Dissertação

Neste trabalho, apresenta-se uma metodologia para a especificação formal de serviços e protocolos de comunicação. Esta metodologia permite a obtenção de uma especificação de protocolo a partir da especificação de serviço subjacente. Tal metodologia respeita princípios de projeto (generalidade, flexibilidade e ortogonalidade), utiliza estilos de especificação (estilo monolítico, estilo orientado para restrições, estilo orientado para recursos e estilo orientado para estados) e segue uma abordagem de projeto baseada em refinamentos sucessivos que usa construções predefinidas e transformações de especificações. O uso de construções predefinidas disponíveis em uma biblioteca (permitindo a reutilização de especificações), contribui para maior segurança e rapidez no desenvolvimento de sistemas, pois não há necessidade de reescrever nem de validar as especificações a cada reutilização. É investigado o uso de transformações na obtenção de especificações a fim de obter maior sistematização no processo de estruturação e desenvolvimento de sistemas distribuídos e, desse modo, também proporcionar maior segurança e rapidez no desenvolvimento de sistemas. A metodologia proposta é aplicada em um caso prático. Ela é usada para a especificação de uma plataforma de apoio à gerência de redes heterogêneas. Inicialmente é especificado o sistema de gerência que reúne a plataforma, aplicações genéricas e aplicações comuns. Posteriormente é descrito o serviço oferecido pela plataforma. Finalmente são descritas as entidades de protocolo correspondentes ao recurso de comunicação dessa plataforma. As especificações são realizadas com o uso de um formalismo que permite descrever os aspectos de comportamento da plataforma. O formalismo utilizado é a TDF LOTOS Básico, um padrão internacional da ISO.

F 815/98

SARS: 155936-9

Apologia ao Ensino/Aprendizado de Matemática Assistido por Sistemas de Computação Algébrica

Waldir L. Roque*

CPGMAp e Instituto de Matemática

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

91501-970 Porto Alegre, RS

Resumo

O ensino e o aprendizado de matemática assistidos por Sistemas de Computação Algébrica (SCA) podem trazer grandes benefícios para a melhoria da formação dos profissionais das áreas de ciências exatas e engenharias. Neste trabalho, procuro fazer uma apologia à importância da introdução desta nova tecnologia em nossas salas de aula, evidenciando a potencialidade dos SCA como uma poderosa ferramenta a ser extensivamente explorada por educadores e estudantes.

Abstract

Teaching and learning of mathematics aided by Computer Algebra Systems (CAS) can greatly improve the quality of professionals with undergraduate training in scientific and engineering areas. In this paper I try to make an apology of the importance of introducing this new technology in our classrooms, stressing the CAS potentialities as a powerful tool to be extensively explored by educators and students.

*Email: roque@mat.ufrgs.br

1. O computador é um aliado

Os computadores e sistemas computacionais estão desempenhando um papel decisivo em nossas vidas. Eles se tornaram lugar comum nas atividades acadêmicas, industriais e de serviços.

A ciência da computação, uma das grandes responsáveis por este processo, é uma área que se move rapidamente na direção de novos conhecimentos e tecnologias. Para transpormos estas rápidas mudanças, o caminho mais eficiente e promissor a ser percorrido é oferecendo aos nossos estudantes uma moderna e sólida formação educacional, o que passa, certamente, por mudanças na forma, conteúdo e metodologias dos programas de ensino, tanto no nível universitário (graduação e pós-graduação) quanto no nível pré-universitário (secundário).

Em todos os níveis a matemática, considerada a rainha das ciências, passou a exercer um papel extremamente importante no processo evolutivo das demais áreas. No entanto, como que por ironia, temos observado que a matemática passou a ser vista como o *terror* das disciplinas.

Anualmente milhares de alunos ingressam nos cursos de ciências exatas e engenharias das universidades brasileiras, procurando adquirir uma formação profissional que permita-os ser competitivos no mercado de trabalho. O perfil dos profissionais exigido pelo mercado está cada vez mais sofisticado, requerendo destes um alto padrão de conhecimento e domínio de novas técnicas, já que a competitividade não está restrita apenas a uma exigência de mercado local, mas ditada por uma demanda internacional.

Nas universidades, os cursos de ciências exatas e engenharias, possuem, em geral, um elenco comum de disciplinas com conteúdo matemático, que deve ser cursado logo nos primeiros anos. Tais disciplinas formam o alicerce para o currículo de todas as demais disciplinas dos cursos destas áreas. Portanto, é nesta ocasião que o dueto *ensino/aprendizado* deve ser o mais afinado possível.

O uso do computador nas universidades tem sido tradicionalmente introduzido como instrumento secundário de ensino, o que ocorre através de disciplinas que por suas características e natureza se mostraram mais propícias ao emprego do computador. Na maior parte, o contato do aluno com o computador ocorre apenas na disciplina de cálculo numérico, onde os alunos utilizam, na maioria das vezes, os recursos dos centros de processamento de dados e sistemas computacionais obsoletos, para realização de suas tarefas.

Algumas poucas instituições possuem hoje laboratórios de ensino contendo equipamentos e sistemas computacionais (*hardware e software*) adequados e licenciados.

O desenvolvimento de computadores pessoais com uma grande capacidade de memória física e com processadores velozes, por um lado, e o desenvolvimento recente da computação simbólica, a qual permitiu a criação de sistemas de computação algébrica e sistemas tutoriais inteligentes, por outro, estão tornando realidade uma nova forma de educação matemática, através do *ensino/aprendizado assistido por computador*. A introdução destas facilidades científico-tecnológicas deve ser *urgentemente* considerada e levada às nossas salas de aula.

De uma forma geral, o emprego do computador no ensino vai além de resolver os exercícios mecanicamente. No contexto da matemática, o computador trouxe à luz a importância de tratarmos adequadamente conceitos fundamentais como exato e aproximado, discreto e contínuo, abstrato e concreto, os quais eram muitas vezes ignorados ou simplesmente omitidos.

O objetivo principal deste artigo não é valorizar a máquina, mas sim fazer uma apologia à sua utilização na melhoria da qualidade do ensino de matemática.

2. Um assistente matemático

É comum vermos profissionais que atuam em diversas áreas utilizarem em seus locais de trabalho calculadoras de bolso, micro computadores, estações de trabalho e até máquinas mais poderosas como supercomputadores, para resolverem problemas de natureza matemática. Muitas vezes, para a solução de problemas relativamente simples, outras para a solução de problemas complexos e que são humanamente impossíveis de serem tratados.

Por este prisma, o computador está presente fazendo com que a era do lápis e papel se torne coisa do passado. No entanto, o computador ainda não está largamente presente em nossas salas de aula, e mais particularmente nos cursos básicos de matemática.

Nesta década os sistemas computacionais simbólicos alcançaram um desempenho e desenvolvimento tão grande que podem ser comparados a verdadeiros assistentes matemáticos. Tais sistemas foram criados visando a execução de cálculos matemáticos de forma semelhante à tradicionalmente

executada por cientistas (matemáticos, físicos, engenheiros, etc.) utilizando lápis e papel. Tais sistemas, conhecidos como *Sistemas de Computação Algébrica* (SCA) [?, ?], são capazes de realizar desde cálculos matemáticos simples envolvendo aritmética e álgebra até cálculos avançados e sofisticados, de forma puramente simbólica através do computador.

Os SCA compõem uma classe dentro do contexto mais amplo da computação simbólica, a qual é hoje uma área de extrema relevância para a criação de sistemas computacionais inteligentes.

2.1 Sistemas de computação algébrica

O volume de conhecimento matemático disponível nos SCA atuais faz com que tenhamos ao nosso dispor um verdadeiro *assistente matemático* cuja capacidade de execução de cálculos é muito maior que a humana. Em apenas alguns megabytes temos armazenado séculos de desenvolvimento da matemática, tornando-os ao nosso dispor num simples toque de algumas teclas.

Ao contrário dos sistemas dedicados à computação numérica, que utilizam uma aritmética com ponto flutuante, os SCA apresentam duas grandes vantagens que são a utilização da aritmética exata (precisão infinita) e sua capacidade semântica.

Exemplos simples do poder de cálculos (elementares) dos SCA são:

- cálculo com aritmética exata ou precisão infinita para inteiros e racionais,
- aritmética dos reais em ponto-flutuante com precisão arbitrária,
- expansão e ordenamento de polinômios e funções racionais,
- substituição e reconhecimento de padrões de expressões de diversas formas,
- simplificação, automática ou por determinação do usuário, de expressões e equações,
- manipulação com números complexos,
- fatoração de polinômios,

- solução de equações algébricas lineares e não-lineares,
- solução de sistema de equações algébricas,
- cálculo simbólico com matrizes,
- cálculo vetorial e tensorial,
- cálculo de limites, séries e produtos,
- diferenciação e integração simbólica,
- facilidades de definir funções e programação,
- desenhar gráficos de funções de uma ou mais variáveis.

O conteúdo de conhecimento matemático dos SCA vai muito além do que está mencionado acima. Muitos dos SCA são ainda capazes de gerar códigos e/ou integrarem-se a sistemas de computação numérica, computação gráfica e até a sofisticados sistemas de composição de textos de alta resolução, o que amplia enormemente o seu potencial de aplicabilidade.

Dentre os mais usuais SCA existentes (ver [?]) e que podem ser adquiridos ou licenciados, temos:

- ▷ REDUCE
- ▷ MACSYMA
- ▷ MAPLE
- ▷ MATHEMATICA
- ▷ AXIOM
- ▷ DERIVE

Todos estes sistemas possuem versões para micros PC 386/486 fazendo total uso da capacidade de memória física disponível.

Dentre os sistemas citados acima, DERIVE apresenta um grande potencial como instrumento de ensino para os cursos de graduação e secundário [?] por ser um sistema compacto, barato e extremamente versátil. Os sistemas MAPLE e MATHEMATICA possuem versões compactas destinadas especificamente para os estudantes.

3. Ensino/aprendizado com SCA

Apesar do surgimento dos SCA há alguns anos, muito pouco foi modificado a nível nacional, na formação de profissionais em ciências exatas e engenharias para acompanhar este desenvolvimento. Pelo menos 3 motivos podem ser apontados para a permanência deste quadro.

Em primeiro lugar temos os motivos de natureza *filosófica*, que decorrem do fato de muitos matemáticos acreditarem que a matemática é um universo de conceitos abstratos e que seu desenvolvimento depende apenas do intelecto. O computador não é capaz de induzir novas idéias e por isto deve ser renegado ou posto em segundo plano.

Segundo, como a existência de computadores e sistemas computacionais com grande potencialidade foram apenas recentemente colocados a nossa disposição, não dispomos ainda de uma mecânica de ensino e aprendizado assistido por computadores. É necessário se estabelecer uma nova *metodologia*.

Por fim, o *custo* ainda elevado do computador dificulta a popularização do mesmo como instrumento de ensino, particularmente nos países tecnologicamente dependentes, como é o caso do Brasil.

Há outros motivos, mas de certo modo podemos enquadrá-los como de natureza filosófica (conceitual), metodológica e/ou econômica.

3.1 SCA no ensino

Os SCA estão sendo considerados importantes ferramentas de apoio ao ensino de ciências exatas e engenharias. Experiências de sua utilização em salas de aula já vêm sendo desenvolvida há mais de 8 anos em várias instituições de ensino superior e de segundo grau em diversos países [?, ?, ?, ?]. Uma demonstração do sucesso pode ser vista no número de textos que tem sido escritos para utilização nos cursos básicos de graduação.

O emprego de SCA, como uma ferramenta de auxílio nos cursos de graduação, traz grandes benefícios, pois com relação aos alunos:

- ▷ Permite uma maior motivação para com a disciplina, particularmente nos cursos básicos de cálculo diferencial e integral, álgebra linear e análise numérica, os quais têm sido o gargalo para muitos estudantes.

- ▷ Estimula os alunos na busca de solução de problemas tomando uma abordagem com base em algoritmos, o que tem sido normalmente pouco explorado pelos educadores.
- ▷ Por se tratarem de sistemas interativos, os SCA permitem uma relação mais amigável entre o estudante e o computador, onde o estudante pergunta e o sistema responde, estimulando o processo de aprendizado construtivista.
- ▷ Permite o acesso rápido e fácil dos alunos a conceitos mais sofisticados de matemática.
- ▷ Proporciona uma melhoria no padrão dos profissionais formados, tendo em vista que estes tiveram contato direto com computadores e sistemas computacionais avançados.

Para os professores, os SCA:

- ▷ Permitem elevar o grau de riqueza e complexidade dos problemas tratados como exemplos e exercícios, através da escolha de problemas mais realistas, o que muitas vezes não é possível se tivermos que usar apenas lápis e papel.
- ▷ Permitem que os problemas sejam tratados de forma puramente simbólica e passo-a-passo.
- ▷ Facilitam a ilustração de conceitos fundamentais através da utilização de recursos gráficos e técnicas de visualização.

Certamente, alguns dos itens acima são melhor ou apenas alcançados quando o professor tem à sua disposição um laboratório de meios, com equipamentos disponíveis (micros, projetor de telas, rede local, etc.), para que possa ministrar as suas aulas buscando uma integração direta dos alunos com a disciplina através dos recursos computacionais.

3.2 SCA no aprendizado

O processo de aprendizado de matemática assistido por computador tem vários pontos positivos. As palavras do Prof. Lynn A. Steen [?] refletem esta importância:

*Computers are to mathematics what telescopes and microscopes are to science.*¹

Os computadores aliados a SCA permitem a criação de verdadeiros *Laboratórios de Matemática Experimental* (LME), onde os alunos podem realizar as suas tarefas e exercitar o raciocínio matemático através do processo de descoberta, utilizando recursos para ilustração dos conceitos matemáticos. Além disso, um LME ainda:

- ▷ Encoraja os alunos a explorarem mais profundamente os conceitos ensinados, testando hipóteses e investigando novos conceitos livremente.
- ▷ Facilita aos alunos a assimilação de noções práticas como procedimentos iterativos, recursivos, algoritmos e programação.
- ▷ Com a ajuda de facilidades gráficas, permite que os alunos explorem melhor a intuição geométrica.
- ▷ Ajuda os estudantes menos talentosos e desinteressados a desmistificarem a matemática, tornando-os capazes de aprender os conceitos básicos e de utiliza-los posteriormente nas suas atividades profissionais.
- ▷ Por fim, permite ao aluno o acesso rápido a conceitos mais avançados de matemática e a novas tecnologias.

Para se ter uma idéia da importância da criação de LME, com a capacidade tecnológica atual, o sistema de computação algébrica DERIVE, cuja filosofia tem sido a sua portabilidade, já está disponível em pequenas calculadoras algébricas de bolso. Com este tipo de instrumento, parte do universo do conhecimento matemático torna-se acessível em suas mãos. Com a criação de LME evitaremos uma massificação acéfala na utilização das máquinas.

4. Comentários e Conclusão

Em vários países, programas de ensino de matemática assistido por computadores [?] já estão sendo executados com sucesso. No contexto de SCA,

¹Os computadores são para a matemática o que os telescópios e microscópios são para ciências.

as primeiras experiências de aplicações para educação matemática datam de 1984 [?]. A partir de então vários programas de ensino assistido por SCA tiveram início [?, ?, ?]. O *CASE Newsletters*² tem sido um forum de discussões sobre o emprego de SCA na educação matemática.

O emprego do computador na educação vai muito mais além do que o citado anteriormente. No nível secundário Sistemas Tutoriais Inteligentes [?, ?, ?] estão sendo utilizados como ferramenta para estimular a capacidade de raciocínio dos estudantes e na melhoria da qualidade e atualização do ensino. Um exemplo nesta direção é o sistema MATHPERT [?] que está em sua fase final de desenvolvimento. Este sistema apresenta-se como um tutor com facilidades de explicação dos métodos e caminhos adotados para obtenção dos resultados, tendo em vista que o mesmo emprega técnicas de inteligência artificial para definição do nível de conhecimento do estudante (modelo do estudante) e fatilidades de explanação, o que são de fundamental importância no processo de aprendizado assistido por computador.

Não existe outro caminho a ser percorrido senão o de nos adequarmos à nova realidade da ciência moderna e às exigências impostas pelas inovações do mercado de trabalho [?]. Neste sentido, o primeiro passo para nos adequarmos a esta realidade é buscarmos a atualização (e conseqüente melhoria) do nosso ensino. Como sugestão para alcançarmos estas metas, os cursos introdutórios de cálculo numérico, cálculo diferencial e integral, álgebra linear, equações diferenciais, etc, devem ser reestruturados e novos textos devem ser escritos levando-se em conta os SCA. Para isto se tornar uma realidade são necessários o suporte da instituição de ensino e o estabelecimento de uma política nacional para viabilizar tais mudanças e fomentar a criação de LME.

A introdução de SCA certamente permitirá a melhoria da educação matemática através do ensino e aprendizado assistido por computador. Obviamente, toda mudança tem seus custos e benefícios, e principalmente demanda trabalho.

É bem possível que, num futuro próximo, a presença do computador aliada a novas tecnologias (multimídia) e sistemas computacionais adequados à disciplina, virão substituir não apenas o lápis e papel, mas também o tradicional giz e quadro-negro.

Neste novo processo devemos sempre ter em mente a preocupação tão bem colocada pelo Prof. P. R. Halmos [?]:

²Computer Algebra Systems in Education Newsletters [?].

What is worrisome about computer-assisted teaching is the emphasis. Some enthusiasts seem tempted to teach, at best, how to use a computer to do something, and, at worst, how to use one particular program to do something, rather than teach what the something is.³

Em contra-partida, porém, não podemos pecar por não levarmos em consideração as palavras do Prof. P. Zorn [?]:

We mathematicians can either applaud or condemn these changes, but we can't ignore them. We will either anticipate and use computing developments, or we will have to fend them off.⁴

Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pelo CNPq, cujo apoio o autor agradece.

Referências

- [Aspetsberger 88] Aspetsberger, K. and Kutzler, B. Using a Computer Algebra System in an Austrian High School. Technical report RISC-Linz Series 88-5.0, 1988.
- [Beeson 89] Beeson, M. J. The user model in MATHPERT: An Expert System for Learning Mathematics. *Artificial Intelligence and Education: Synthesis and Reflection*, eds. Bierman, E., Breuker, J. and Sandberg, J., p. 9; I.O.S. Amsterdam, 1989.

³O que é preocupante sobre o ensino assistido por computador é a ênfase. Alguns entusiastas parecem tentados a ensinar, na melhor das hipóteses, como usar o computador para fazer alguma coisa, e na pior, como usar um particular programa para fazer alguma coisa, ao invés de ensinar o que esta alguma coisa realmente é.

⁴Nós matemáticos podemos aplaudir ou condenar estas mudanças, mas não podemos ignorá-las. Nós podemos nos antecipar e usarmos os desenvolvimentos computacionais, ou então, teremos que defendermo-nos deles.

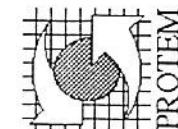
- [Buchberger 84] Buchberger, B. Symbolic Mathematical Systems and their Effects on the Curriculum. In 5th. International Congress on Mathematical Education, Adelaide, Australia (Special issues of SIGSAM Bulletin, vols. 18/4, 1984 and 19/1, 1985).
- [Devitt 89] Devitt, J. S. and Henle, J. M. Computer Algebra in the Undergraduate Mathematics Curriculum: Making it Happen! *Computers and Mathematics Conference*, USA, 1989.
- [Gazzanica 90] Gazzanica, G. Merging Traditional Teaching Methods and Computer Based Materials to Enhance the Learning of Mathematics. In *Education and Application of Computer Technology*, M. De Blasi, E. Luque and E. Serri (eds.), (Fratelli Laterza Publisher, Bari, Italy, 1990).
- [Halmos 91] Halmos, P. R. Is Computer Teaching Harmful? *Notices of the American Math. Soc.*, **38**, 420-423, 1991.
- [Horbatsch 90] Horbatsch, M. Teaching Calculus and Linear Algebra with Derive. *Computers in Physics*, **Nov/Dez**, 656-660, 1990.
- [Karlan 92] Karlan, A. Z. (ed.) Symbolic Computation in Undergraduate Mathematics Education. The Mathematical Association of America, Washington, USA, 1992.
- [Leinbach 88] Leinbach, L. C. The Machine in the Garden: Calculus with Computing. *Computer and Mathematics: The Use of Computers in Undergraduate Instruction*, eds. David A. Smith et al., 19-28, MAA Notes # 9, 1988.
- [Nicaud 90] Nicaud, J. F. and Saidi, M. Explanation of Algebraic Reasoning: the APLUSIX System. In *Knowledge-Based Computer Systems*, S. Ramani, R. Chandrasekar and K. S. R. Anjaneyulu (eds.), Lecture Notes in AI 444, pp. 145-154, 1990.
- [Rajan 90] Rajan, P., Patil, P., Anjaneyulu, K. S. R. and Srinivas, P. The trigonometry Tutor. In *Knowledge-Based Computer Systems*, S. Ramani, R. Chandrasekar and K. S. R.

Anjaneyulu (eds.), Lecture Notes in AI 444, pp. 155-166, 1990.

- [Roque 88] Roque, W. L. e Santos, R. P. Computação Algébrica: Um assistente Matemático. *Ciência e Cultura*, **40**, 843-852, 1988.
- [Roque 92] Roque, W. L. Computação Algébrica e Interdisciplinaridade. *Boletim da SBMAC*, **3**, 53-59, 1992.
- [Simon 92] Simon, B. Comparative CAS Reviews. *Notices of the American Math. Soc.*, **39**, 700-710, 1992.
- [Small 93] Small, D. (ed.) CASE Newsletter, Dept. of Mathematics Sciences, U.S. Military Academy, West Point, NY. #1-#16 (Sponsored by the National Science Foundation).
- [Smith 88] Smith, D. A. et al. Computer and Mathematics: The Use of Computers in Undergraduate Instruction. Report of the *Committee on Computers in Mathematics Education of the Mathematical Association of America*, MAA Notes #9, 1988.
- [Steen 88] Steen, L. A. The Science of Patterns. *Science*, April **29**, 611-616, 1988.
- [Stoutemyer 85] Stoutmyer, D. R. A Radical Proposal for Computer Algebra in Education. *SIGSAM Bull.*, **18/19**, 40-53, 1985.
- [Trevisan 90] Trevisan, V. Computação Algébrica e Simbólica. *Boletim da SBMAC*, **2**, 01-16, (1991).
- [Zorn 87] Zorn, P. Computing in Undergraduate Mathematics. [Issue paper presented at the Conference On Computing in Undergraduate Mathematics, Associated Colleges of the Midwest, USA, 1987.]

 international cOOperation


CNPq

 Conselho Nacional de Desenvolvimento
 Científico e Tecnológico


ProTeM-CC

CPTE(Coordenação de Programas Temáticos)

Av. W3 Norte, Quadra 507
 Edifício Sede do CNPq, Bloco B, sala 208
 CEP: 70740-525
 Telephone: +55(0)61 3489284
 Fax: +55(0)61 3489290

Objectives

The International Cooperation Programme is a ProTeM-CC priority for the 95/96 years. The programme is aimed at the following issues:

- Shift the "person-to-person" cooperation approach to a "project-to-project" more induced profile, bringing into focus cooperative projects that involve various institutions from different countries.
- Induce the emergence of collaborative projects in accordance with the ProTeM-CC Programme directives. This ensures that the partnership brought together under the International Cooperation programme should produce relevant results regarding the Brazilian context.