

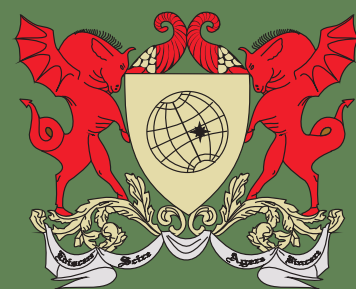
Mestrado Acadêmico em Agronomia

Produção Vegetal

O curso de MESTRADO ACADÊMICO EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba concentra as atividades de pesquisa em três linhas:

- a) Produção, fisiologia e melhoramento vegetal;
- b) Manejo de pragas, doenças e plantas daninhas;
- c) Mecanização agrícola, manejo e conservação do solo e da água.

A característica principal do curso é o foco em ações de pesquisas direcionadas ao desenvolvimento de produtos, insumos e processos sustentáveis associados à produção agrícola. Assim, o curso tem importante papel na busca pela geração de conhecimento científico e soluções para os problemas enfrentados pela agricultura nacional, com ênfase nas demandas das principais culturas exploradas no Alto Paranaíba (cenoura, alho, cebola, café, milho, soja, feijoeiro, trigo, algodão, maracujá e abacate).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
Campus UFV-Rio Paranaíba

Mestrado Acadêmico em Agronomia - Produção Vegetal



917885811790381



PESQUISA CIENTÍFICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

PESQUISA CIENTÍFICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

EDITORES

Everaldo Antônio Lopes
Renato Adriane Alves Ruas
Liliane Evangelista Visôto
Paulo Afonso Ferreira



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - Campus UFV Rio Paranaíba

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica

**Everaldo Antônio Lopes
Renato Adriane Alves Ruas
Liliane Evangelista Visôto
Paulo Afonso Ferreira**

**Rio Paranaíba-MG
2013**

© 2013 by Direitos de edição reservado aos editores

Capa: Thamires Sousa Martins

Diagramação e Impressão: Suprema Gráfica e Editora Ltda.
E-mail: supremag@gmail.com

ISBN: 978-85-81790-38-1

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação
da Biblioteca Central da UFV

Não é permitida a reprodução total ou parcial deste livro sem a autorização expressa dos editores.

Os capítulos apresentados nessa edição são de inteira responsabilidade dos respectivos autores. As informações e opiniões aqui contidas não implicam na sua recomendação por parte dos editores.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, à Direção Geral do Campus de Rio Paranaíba, ao Instituto de Ciências Agrárias e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFV, pelo apoio institucional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, à Fundação Arthur Bernardes – FUNARBE e ao Grupo Sekita, pelo apoio financeiro.

Aos autores dos capítulos, que contribuíram com seu valioso conhecimento e tornaram possível a conclusão deste livro.

Os Editores

APRESENTAÇÃO

O histórico do curso de Mestrado em Agronomia-Produção Vegetal da Universidade Federal de Viçosa de Rio Paranaíba é muito recente. Aprovado pela CAPES em dezembro de 2010, o curso iniciou suas atividades acadêmicas em agosto de 2011 e em março de 2013 teve a sua primeira defesa de dissertação. Trata-se do primeiro curso de pós-graduação do Campus de Rio Paranaíba.

O quadro de docentes da UFV em Rio Paranaíba é formado por profissionais com elevada aptidão para o desenvolvimento de pesquisas de ponta. Além disso, a universidade localiza-se em uma região de excelência nas diversas atividades do agronegócio. Tais fatores criam um cenário muito favorável para que ações conjuntas entre a comunidade acadêmica e a sociedade de modo geral sejam desenvolvidas. Com isso, desde a criação do mestrado, tem sido notória a motivação de professores, alunos e técnicos na realização das diversas atividades acadêmicas inerentes ao curso. E foi por meio dessa grande motivação que surgiu a ideia da realização de um simpósio que pudesse reunir profissionais altamente gabaritados na UFV – Campus de Rio Paranaíba para discutirem sobre pesquisa e inovação tecnológica.

O objetivo de editar um livro com as palestras é fornecer aos participantes do I Simpósio do Mestrado Acadêmico Agronomia-Produção Vegetal um material com os assuntos abordados durante o evento, proporcionando maior expansão das ideias centrais das discussões realizadas, além de servir como fonte para consultas futuras.

Portanto, a realização do I Simpósio do Mestrado Acadêmico em Agronomia-Produção Vegetal é um importante marco cravado na recente história do curso e que, certamente, irá estimular o meio acadêmico para as discussões sobre pesquisa e inovação tecnológica, contribuindo assim, para a consolidação da pós-graduação no Campus de Rio Paranaíba.

Prof. Renato Adriane Alves Ruas
Coordenador geral do evento

COMISSÃO ORGANIZADORA

Coordenador Geral:

Prof. Renato Adriane Alves Ruas

Comissão de Programação:

Prof. Renato Adriane Alves Ruas

Prof. Everaldo Antônio Lopes

Profa. Liliane Evangelista Visôto

Comissão Científica:

Prof. Everaldo Antônio Lopes

Prof. Leonardo Ângelo de Aquino

Prof. Paulo Afonso Ferreira

Comissão de Logística:

Prof. Flávio Lemes Fernandes

Profa. Emiliane Andrade Araújo

Sra. Nara Ludmila Correa Camilo

Comissão de Divulgação e Patrocínio:

Prof. Alberto Carvalho Filho

Mestranda Daiana Pereira Costa

Sra. Kerly Cristina de Oliveira

Sra. Thamires Souza Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 CRITÉRIOS ADOTADOS PELA CAPES PARA APROVAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO: CIÊNCIAS AGRÁRIAS I.....	11
CAPÍTULO 02 REDAÇÃO CIENTÍFICA.....	33
CAPÍTULO 03 PROGRAMA CIÊNCIA SEM FRONTEIRAS – PROPOSTA E EVOLUÇÃO DO PROGRAMA.....	53
CAPÍTULO 04 AMBIENTE DE INOVAÇÃO EM MINAS GERAIS.....	73
CAPÍTULO 05 AGRICULTURA DE PRECISÃO: VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DE ATRIBUTOS DO SOLO E DA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS....	93

CAPÍTULO 01

Critérios adotados pela CAPES para aprovação e avaliação de cursos de pós-graduação: Ciências Agrárias I

Moacir Pasqual¹

Ciências Agrárias I

A área de Ciências Agrárias I é a maior área dentro da grande área de Ciências Agrárias, com 207 programas de pós-graduação distribuídos por todo o território nacional. Trata-se de uma área heterogênea, contendo, predominantemente, programas ligados à Agronomia, mas também programas relacionados às áreas de humanas (Extensão Rural) e engenharias (Engenharia Agrícola e Engenharia Florestal). Os programas também são bem diversos, sendo muitos estritamente científicos, enquanto outros se aproximam mais do tipo tecnológico, ambos de extrema importância para o País. Estes fatos, evidentemente, sugerem tratamento diferenciado entre as subáreas, assunto que tem constado da pauta das discussões nas avaliações dos programas. A área ainda tem espaço para crescimento, especialmente nas Universidades Federais e Estaduais recém criadas, e algumas áreas novas que estão iniciando seu desenvolvimento, e são a convergência de diferentes campos do saber. A produção científica da área cresceu muito nos últimos anos (é a área da ciência brasileira com maior participação na ciência mundial) e os desafios são fazer

¹ Coordenador da Área Ciências Agrárias I da CAPES, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, mpasqual@dag.ufla.br

com que todos os programas que tenham potencial possam publicar em revistas internacionais com maior fator de impacto e continuar proporcionando ao setor produtivo brasileiro tecnologias apropriadas para seu crescimento sustentado.

Organização da Área Ciências Agrárias

A área de Ciências Agrárias possui atualmente 371 programas, divididos em quatro áreas: Ciências Agrárias I, Zootecnia/Recursos Pesqueiros, Medicina Veterinária e Ciência dos Alimentos (Figura 1).

Crescimento da Pós-graduação na Área Ciências Agrárias I

Área	Nº de Programas
Ciências Agrárias I	207
Zootecnia/Recursos Pesqueiros	59
Medicina Veterinária	59
Ciência dos Alimentos	46
Total	371

Figura 1. Distribuição dos programas de Ciências Agrárias por área.

A área de Ciências Agrárias I apresentava 163 programas de pós-graduação no ano de 2007, passando para 190 programas em 2010. Já em 2012 houve crescimento de 8,95% no número de programas alcançando o patamar de 207 programas de pós-graduação (Figura 2).

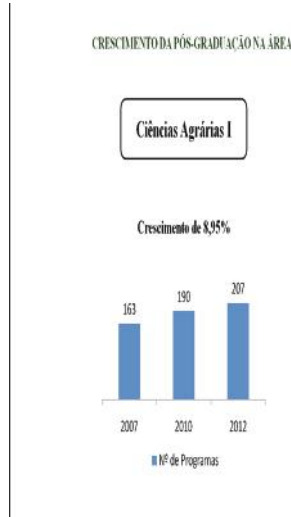


Figura 2. Número de programas de pós-graduação em Ciências Agrárias I em diferentes anos.

Modalidades de curso de pós-graduação

Atualmente a área Ciências Agrárias apresenta 207 programas, sendo dividido em mestrado, mestrado e doutorado, doutorado e mestrado profissional (Figura 3).



Figura 3. Número de programas de pós-graduação em diferentes modalidades de curso.

Crítérios de avaliação da CAPES

Em sua avaliação a CAPES leva em conta os seguintes critérios: proposta do programa; corpo docente; corpo discente, teses e dissertações; produção intelectual; inserção social e relevância e critérios diferenciais de qualificação.

Proposta do programa

Coerência, consistência, abrangência e atualização das áreas de concentração, linhas de pesquisa, projetos em andamento e proposta curricular [Peso - 40%]

O conjunto de atividades deverá atender à(s) área(s) de concentração, suas linhas de pesquisa e projetos em andamento. A proposta curricular deverá ser adequada e coerente com as metas do Programa. A cada triênio o Programa deverá informar as modificações e diferenciais ocorridos no período.

Planejamento do programa com vistas a seu desenvolvimento futuro, conforme os parâmetros da área [Peso - 40%]

O Programa deverá informar nos relatórios as metas a serem atingidas tanto no avanço do conhecimento e na formação de recursos humanos quanto na inserção social, tendo em vista os desafios nacionais e internacionais da área.

Infraestrutura do Programa [Peso - 20%]

Descrever a infraestrutura para ensino, pesquisa, extensão e administração, com destaque para as condições laboratoriais, áreas experimentais, recursos de informática e biblioteca, que deverão estar adequadas ao desenvolvimento das atividades do programa.

A proposta do programa será avaliada como: Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Deficiente.

Corpo docente [Peso - 20%]

Perfil do corpo docente e sua compatibilidade e adequação à Proposta do Programa [Peso - 20%]

Todo o corpo docente deve ter título de Doutor, experiência, perfil acadêmico e produção científica/técnica adequada ao Programa.

A formação dos docentes deve ser diversificada quanto às instituições; os indicadores de atualização da formação e de intercâmbio com outras instituições devem ser valorizados, bem como experiência, projeção nacional e internacional, natureza da produção intelectual, participação em comissões especiais, premiações e outras atividades consideradas relevantes na área. Também deve ser considerada a capacidade de atrair estágios seniores, pós-doutorais ou atividades similares, no caso de Programas com Doutorado.

Os critérios e procedimentos para o credenciamento e descredenciamento de orientadores de Mestrado e Doutorado devem estar definidos e adequados.

Adequação e dedicação dos docentes permanentes em relação às atividades de pesquisa e de formação do programa [Peso - 20%]

Verificar se o programa tem uma base sólida em seu núcleo de docentes permanentes (DP) de modo a garantir o pleno desenvolvimento das atividades de ensino, pesquisa e orientação do programa. Apontar se o programa depende em excesso de professores colaboradores ou visitantes. Os docentes colaboradores somente devem orientar discentes de pós-graduação em situações especiais e justificadas. As mudanças de categoria dos docentes ao longo do triênio devem ser justificadas. A proporção de DP em relação às atividades de orientação, docência e publicação científica deverá seguir os parâmetros definidos pela área, conforme Portaria 068/CAPES/MEC, modificada pela portaria 03/2010, e definições do CTC. Este item será avaliado de acordo com as Tabelas a seguir:

a) Percentual de Docentes Permanentes em relação ao número total de docentes do Programa (15%).

Atributo	%
MB	$\geq 70,0$
B	60,0 a 69,9
R	50,0 a 59,9
F	40,0 a 49,9
D	$< 40,0$

b) Percentual de Docentes Permanentes em condições especiais (PRODOC, aposentados e conveniados) em relação ao total de Docentes Permanentes (5%)

Atributo	%
MB	$\leq 30,0$
B	30,1 a 35
R	35,1 a 40
F	40,1 a 45
D	$\geq 45,0$

Analisar a trajetória da equipe de docentes permanentes, identificando eventuais oscilações em sua composição e nível de qualificação. Atentar para mudanças que possam expressar queda da qualidade da equipe ou falta de respaldo da IES ao programa.

É recomendável a ampliação do corpo docente permanente; porém, a alteração de docente permanente para colaborador ao longo do triênio deverá ser devidamente justificada.

Distribuição das atividades de pesquisa e de formação entre os docentes do programa [Peso - 40%]

Verificar se há equilíbrio na participação dos docentes permanentes na docência e orientação na pós-graduação.

Verificar a participação docente, as formas e o impacto da atuação destes em projetos de pesquisa e sua capacidade de manutenção dos mesmos, seja como bolsista produtividade (PQ) do CNPq, seja na captação de financiamentos (públicos ou privados) ou projetos especiais.

Proporção de DP do Programa atuando nas atividades de ensino e orientação na PG (20%).

Atributo	%
MB	$\geq 90,0$
B	75,0 a 89,9
R	60,0 a 74,9
F	45,0 a 59,9
D	$< 45,0$

Para obter MB a participação docente nas atividades de formação deve ser equilibrada.

Proporção de DP do Programa atuando em pesquisa e desenvolvimento de projetos (20%).

Atributo	%
MB	$\geq 90,0$
B	75,0 a 89,9
R	60,0 a 74,9
F	45,0 a 59,9
D	$< 45,0$

Contribuição dos docentes para atividades de ensino e/ou de pesquisa na graduação. [Peso - 20%]

Avaliar a participação dos docentes nas atividades de ensino e orientação na graduação (orientação de IC, monografia, tutoria

e estágios formais). Considerar as implicações positivas dessa participação na formação de futuros ingressantes na PG e na formação de profissionais mais capacitados no plano da graduação. As atividades no ensino e orientação na graduação serão avaliadas conforme tabela a seguir:

Percentagem de DP do Programa atuando nas atividades de ensino e orientação na Graduação.

Atributo	%
MB	≥ 80
B	70 a 79,9
R	60 a 69,9
F	50 a 59,9
D	< 50

Obs: este item só vale quando o PPG estiver ligado a curso de graduação; se não o estiver, seu peso será redistribuído proporcionalmente entre os demais itens do quesito.

Corpo docente, teses e dissertações [Peso - 30%]

Quantidade de teses e dissertações defendidas no período de avaliação [Peso - 30%]

Avaliar a quantidade de teses e dissertações concluídas em relação ao corpo docente permanente e à dimensão do corpo docente, verificando se a proporção é adequada e se as teses e dissertações concluídas indicam atuação efetiva do corpo docente na orientação.

a) Número de titulados (em *equivalente dissertação*) por Docente Permanente por ano (Peso - 20%).

Atributo	Equivalente Dissertação*
MB	≥ 1,0
B	0,70 a 0,99
R	0,40 a 0,69
F	0,10 a 0,39
D	< 0,10

**Equivalente Dissertação*: uma tese corresponde a duas dissertações (T = 2 D).

b) Percentual de titulados no mestrado e no doutorado em relação ao total do corpo discente (Peso - 10%).

Atributo	Titulação (%)	
	Mestrado	Doutorado
MB	≥ 30,0	≥ 20,0
B	20,0 a 29,9	10,0 a 19,9
R	10,0 a 19,9	5,0 a 9,9
F	< 10,0	< 5,0

Para obter MB a proporção de desligados deve ser menor que 10 % ao ano.

Distribuição das orientações das teses e dissertações no período de avaliação [Peso - 15%]

Todos discentes devem ter orientador e todos os docentes permanentes devem estar orientando. A distribuição média discente/docente (2 a 10) deve ser equilibrada entre os docentes. Este item será avaliado de acordo com a Tabela a seguir:

a) Percentagem de docentes permanentes com 2 a 10 orientandos.

Atributo	%
MB	80 a 100
B	60 a 79,9
R	40 a 59,9
F	< 40

Qualidade das Teses e Dissertações e da produção de discentes autores da pós-graduação e da graduação (no caso de IES com curso de graduação na área) na produção científica do programa, aferida por publicações e outros indicadores pertinentes à área [Peso - 45%]

As teses e dissertações devem estar vinculadas às atividades e perfil do programa e é desejável que todo o trabalho de conclusão (T e D) gere publicações. A disponibilização ‘online’ das teses e dissertações na página eletrônica da IES, conforme a Portaria 13/2006 da Capes, não basta para ser considerada publicação, nos termos deste item.

Será avaliada também a vinculação das teses e dissertações com a produção científica e tecnológica do Programa e a composição e participação de membros externos nas bancas examinadoras.

Os membros das bancas examinadoras devem possuir o título de doutor e apresentar perfil e experiência compatível com o nível. Devem ser evitadas bancas endogênicas. As bancas deverão apresentar os seguintes requisitos: Banca de Mestrado: participação de pelo menos um membro externo ao Programa; Banca de Doutorado: participação de dois membros externos, sendo que um deve ser externo à IES e o outro externo ao Programa.

Egressos do Programa poderão atuar como membros de bancas sem ser considerados endógenos, desde que tenham produção científica independente e experiência acadêmica compatível com o perfil de orientador.

Analisar a participação de Discentes-autores, quanto ao número de artigos publicados e a proporção de discentes autores em relação ao total de discentes do programa. Avaliar a participação dos alunos de graduação, bolsistas de IC, estagiários e monitores em congressos e produção bibliográfica (anais e periódicos). Serão considerados egressos aqueles titulados há pelo máximo três anos.

a) Percentual de discentes autores na Produção Intelectual em relação ao total do corpo discente da PG (Peso - 15%).

Atributo	%
MB	≥ 50,0
B	40,0 a 49,9
R	30,0 a 39,9
F	20,0 a 29,9
D	< 20,0

Para obter conceito MB o Programa deve, também, ter a participação de alunos da graduação nas publicações (resumos, artigos completos em anais de congressos e em periódicos, etc.).

b) Percentual da produção bibliográfica do programa (artigos em periódicos Qualis) com participação de discentes autores e egressos de até 3 anos da PG (Peso - 30%).

Atributo	%
MB	≥ 60,0
B	35,0 a 59,9
R	20,0 a 34,9
F	5,0 a 19,9
D	< 5,0

Eficiência do Programa na formação de Mestres e Doutores. [Peso - 10%]

A eficiência do tempo de formação de mestres e doutores será avaliada pelo tempo médio de formação conforme tabela a seguir:

Atributo	Meses	
	Mestrado	Doutorado
MB	≤ 30	≤ 50
B	30,1 a 34,0	50,1 a 54,0
R	34,1 a 38,0	54,1 a 58,0
F	38,1 a 42,0	58,1 a 62,0
D	> 42,0	>62,0

Desconsiderar os TMT para alunos de doutorado direto.

Produção intelectual (Peso - 40%)

Publicações qualificadas do Programa por docente permanente [Peso - 55%]

A produção intelectual será avaliada tendo por base o QUALIS da área. A área recomenda que a produção de docentes permanentes que participam em mais de um Programa seja discriminada pelos coordenadores, levando-se em consideração o tipo de colaboração da qual resultou a referida produção. O lançamento de produção sem vínculo efetivo (projetos em cooperação, orientação ou sem vinculação temática) será glosado da produção do programa.

As publicações qualificadas serão avaliadas pelo número de artigos publicados pelo corpo docente permanente, conforme tabela a seguir:

a) Número médio de artigos publicados (*Artigo Equivalente A1*) em periódicos do Qualis por Docente Permanente por ano

Atributo	Artigo Equivalente A1/DP/ano*
MB	≥ 1,50 ou a média da área
B	1,00 a 1,49
R	0,65 a 0,99
F	< 0,65

*Artigo Equivalente A1: Ver Tabela de Estratificação dos artigos do Qualis

O número médio de artigos publicados pelo corpo docente permanente em periódicos A1, A2 e B1 do Qualis da Área será avaliado como indicador da qualidade de publicações, conforme tabela a seguir:

b) Número médio de artigos publicados em periódicos A1, A2 e B1 do Qualis da Área por docente permanente por ano.

Atributo	A1 + A2 + B1/DP/ano
MB	≥ 2,0 ou média da área*
B	1,40 a 1,99
R	0,98 a 1,39
F	0,69 a 0,97
D	<0,69

* será considerado o menor dos índices. No caso de utilização da média da área os atributos das diferentes faixas serão calculados na mesma proporção da tabela.

Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo Docente Permanente do Programa [Peso - 30%]

Verificar a distribuição das publicações do QUALIS entre os docentes permanentes. Todo docente permanente deve ter trabalho publicado e a produção deve ser equilibrada entre os docentes, áreas de concentração e linhas de pesquisa do programa.

Este item será avaliado conforme tabela a seguir:

Percentual de docentes permanentes que publicaram pelo menos 0,55 *Artigo Equivalente A1** do Qualis por ano.

Atributo	%
MB	≥ 90,0
B	80,0 a 89,9
R	70,0 a 79,9
F	60,0 a 69,9
D	< 60,0

*Artigo Equivalente A1: Ver Tabela de Estratificação dos artigos do Qualis

Produção técnica, patentes e outras produções consideradas relevantes [Peso - 15%]

Verificar a existência de produções relevantes (produção técnica, processos, cultivares registradas, patentes, produtos, etc.) compatíveis com o perfil do programa e corpo Docente Permanente, bem como, livros e capítulos de livros de editoras reconhecidas. Avaliar este item conforme tabela a seguir:

Atributo	Descrição
MB	Atende plenamente o item
B	Atende satisfatoriamente o item
R	Atende de modo regular o item
F	Atende nenhum dos itens

Inserção social e relevância (Peso - 10%)

Analisar a atuação do programa no contexto regional, nacional e internacional, considerando o impacto científico, tecnológico, econômico, educacional e envolvimento em ações de integração social e de solidariedade.

Inserção e Impacto Regional e Nacional do Programa [Peso - 60%]

- *Desenvolvimento Tecnológico*

Avaliar novas técnicas, produtos e processos desenvolvidos pelo Programa.

- *Impacto Regional*

Avaliar as ações de extensão do Programa com efetivo envolvimento do corpo docente e discente.

- *Impacto Educacional*

Avaliar a produção de materiais técnicos e didáticos, bem como atividades de formação de recursos humanos em cursos: *Lato Sensu*, aperfeiçoamento, ensino fundamental e médio.

- *Atuação Acadêmica destacada*

Avaliar os prêmios recebidos pelo corpo docente e discente do Programa; participações especiais do corpo docente em órgãos oficiais (CAPES, CNPq, FAPs, Conselhos governamentais, etc.); participação do corpo docente como: (a) editores de periódicos Qualis da Área, (b) consultores *ad-hoc* de periódicos internacionais, (c) organizadores, palestrantes, moderador, debatedores, etc. de eventos internacionais e nacionais, (d) representantes de sociedades científicas, (e) representantes de entidades de classe.

- *Cooperação com o Setor Público e Privado*

Avaliar a participação dos docentes permanentes do Programa em parcerias de pesquisa, desenvolvimentos e inovação.

A inserção e o impacto do programa serão avaliados conforme a tabela a seguir:

Atributo	Descrição
MB	Atende satisfatoriamente pelo menos três dos itens
B	Atende satisfatoriamente pelo menos dois dos itens
R	Atende satisfatoriamente pelo menos um dos itens
F	Atende nenhum dos itens

Integração e Cooperação com outros programas com vistas ao desenvolvimento da pesquisa e da pós-graduação [Peso - 25%]

Participação em programas de cooperação e intercâmbio sistemáticos; participação em projetos de cooperação entre programas com níveis de consolidação diferentes, voltados para a inovação na pesquisa ou o desenvolvimento da pós-graduação em regiões ou sub-regiões geográficas menos aquinhoadas (atuação de professores visitantes; participação em programas como “Casadinho”, PROCAD, PQI, Dinter/Minter ou similares).

O item integração e cooperação será avaliado, conforme a tabela a seguir:

Atributo	Descrição
MB	Atende plenamente o item
B	Atende satisfatoriamente o item
R	Atende de modo regular o item
F	Atende nenhum dos itens

Visibilidade ou transparência dada pelo programa à sua atuação [Peso - 15%]

- *Manutenção de página eletrônica na IES*

Divulgação de forma atualizada dos dados internos do Programa, critérios de seleção de alunos, parte significativa de sua

produção docente, financiamentos recebidos da CAPES e de outras agências públicas e privadas.

- Garantia de amplo acesso a Teses e Dissertações

Divulgação na íntegra das Teses e Dissertações defendidas na página eletrônica da IES, conforme portaria 13/2006.

O item visibilidade e transparência será avaliado pela tabela a seguir:

Atributo	Descrição
MB	Atende plenamente os itens
B	Atende satisfatoriamente os itens
R	Atende de modo regular os itens
F	Atende nenhum dos itens

Critérios diferenciais de qualificação (A serem utilizados na atribuição dos conceitos 6 e 7)

Nível de qualificação da produção e de desempenho equivalente ao dos centros internacionais de excelência na formação de recursos humanos [Peso - 70%].

Avaliar se o Programa apresenta qualidade equivalente a de centros internacionais de excelência, por meio de sua participação relevante e de impacto, por meio dos seguintes indicadores:

- Produção científica destacada no cenário internacional (avaliar o veículo e a proporção da produção internacional): Avaliação pelo fator de impacto médio das publicações;
- Colaborações internacionais (docência, consultorias, editoria, visitas);
- Participações em comitês, diretorias, sociedades e programas internacionais;

- Participação em intercâmbios e convênios de cooperação caracterizados por reciprocidade;
- Cooperação e fomento com instituições internacionais (cooperação formal e financiamentos do exterior) com intercâmbio de alunos e de docentes;
- Participação discente em atividades e em publicações no exterior;
- Realização, organização e participação em eventos internacionais qualificados;
- Presença de docentes ou discentes estrangeiros no programa;
- Presença de bolsistas doutores ou em treinamento sabático no programa;
- Prêmios, reconhecimento ou destaque de nível internacional;

Liderança nacional do programa na formação de recursos humanos [Peso - 20%]

Será avaliada pela consolidação do programa na formação de recursos humanos e não apenas como importante centro de produção de pesquisa e pela liderança nacional na nucleação de programas de pós-graduação e de grupos de pesquisa, por meio dos seguintes indicadores:

- Qualidade da produção relevante;
- Consolidação dos indicadores atuais (triênio) e histórico do programa (últimas avaliações);
- Liderança, atuação destacada do corpo docente e proporção de bolsistas PQ;
- Desempenho, destaques e empregabilidade dos egressos.

Inserção e impacto regional e nacional do programa; integração e solidariedade com outros programas com vistas ao desenvolvimento da pesquisa e da pós-graduação e visibilidade ou transparência dada a sua atuação [Peso - 10%]

Critérios para definição de notas

Nota	Avaliação dos quesitos	Critérios mínimos adicionais
7	MUITO BOM em todos os quesitos.	<p>Apresentar forte inserção internacional.</p> <p>Apresentar indicadores de produção intelectual superiores aos exigidos para o nível 6. Análise comparativa de acordo com os critérios diferenciais de qualificação descritos no item 6.</p> <p>≥ 1,5 titulados (equivalente dissertação) pelo programa /DP.ano.</p>
6	MUITO BOM em todos os quesitos.	<p>Apresentar inserção internacional.</p> <p>Apresentar indicadores de produção intelectual superiores aos exigidos para o nível 5. Análise comparativa de acordo com os critérios diferenciais de qualificação descritos no item 6.</p> <p>≥1,2 titulados (equivalente dissertação) pelo programa /DP.ano.</p>

<p>5</p>	<p>MUITO BOM em pelo menos quatro dos cinco quesitos existentes, entre os quais terão que figurar necessariamente os quesitos 3 e 4.</p>	<p>Proposta Muito Boa</p> <p>≥ 2,0 Artigos (ou média da Área) em periódicos Qualis A1, A2 e B1 / DP/ano;</p> <p>≥ 1,5 Artigos equivalente A1 em periódicos do Qualis / DP/ano;</p> <p>≥ 90 % dos DP com produção ≥ 0,55 equivalente A1/ano</p> <p>≥1,0 titulado (equivalente dissertação) pelo programa /DP/ano.</p>
<p>4</p>	<p>Tendência Dominante dos quesitos MUITO BOM</p>	<p>Proposta Boa.</p> <p>≥ 1,4 Artigos em periódicos Qualis A1, A2 e B1 / DP/ano;</p> <p>≥ 1,0 Artigo equivalente A1 em periódicos do Qualis / DP/ano;</p> <p>≥ 80% dos DP com produção ≥ 0,55 equivalente A1/ano</p> <p>≥0,7 titulado (equivalente dissertação) pelo programa /DP.ano.</p>
<p>3</p>	<p>Tendência Dominante dos quesitos BOM</p>	<p>Proposta Regular.</p> <p>≥ 0,98 Artigos em periódicos Qualis A1, A2 e B1 / DP/ano;</p> <p>≥ 0,65 Artigo equivalente A1 em periódicos do Qualis / DP.ano;</p> <p>≥ 70% dos DP com produção ≥ 0,55 equivalente A1/ano</p> <p>≥0,4 titulado (equivalente dissertação) pelo programa /DP.ano.</p>

2	Tendência Dominante dos quesitos REGULAR	<p>Proposta Fraca.</p> <p>Produção Científica média anual do Corpo DP: < 0,65 artigo equivalente A1 em periódicos do Qualis / DP; <0,4 titulado (equivalente dissertação) pelo programa /DP.ano.</p> <p>Fraca distribuição da produção científica entre os docentes.</p>
----------	--	---

Equivalência A1

Tabela de estratificação dos artigos publicados do Qualis em equivalência A1.

Classificação do Artigo no Qualis da Área	Equivalência: (em Artigo Equivalente A1)
A1	1,0
A2	0,85
B1	0,70
B2	0,55
B3	0,40
B4	0,25
B5	0,10

Valorização dos quesitos

Quesito	Peso
I. Proposta	Muito Bom, Bom, Regular, Fraco ou Deficiente
II. Corpo docente	20%
III. Corpo discente, T & D	30%
IV. Produção Intelectual	40%
V. Inserção Social e Relevância	10%

Os pesos dos quesitos foram definidos pela Grande Área de Ciências Agrárias.

CAPÍTULO 02

Redação científica

Rodrigo Egydio Barreto²

Considerações gerais

O intuito deste texto é apresentar elementos do *Método lógico para redação científica* (VOLPATO, 2011a), o qual foi teorizado pelo Professor Gilson Volpato (professor livre-docente do Instituto de Biociências de Botucatu da UNESP) como fruto de sua experiência de décadas devotadas a ensinar redação científica. Em essência, o uso do método³ lógico para a escrita científica consiste em tomar decisões de redação pautadas na lógica filosófica⁴ da ciência e não em vieses ou costumes de áreas, que muitas vezes estão incorretos. Há preocupação também com elementos estéticos (artísticos) para comunicar as informações científicas de maneira agradável e em alta qualidade, mas tais questões estéticas jamais devem sobrepujar a lógica do texto; pelo contrário, devem se subordinar a ela. Nesse contexto, o processo de redação científica é livre, não há regras além de se ater à lógica científica, com boas pitadas de criatividade. Essa ausência de regras se faz clara visto que a lógica por trás de um estudo não necessariamente é a mesma de outro. Como a lógica deve impregnar o texto, o estilo de argumentação que é válida em um contexto não necessariamente é em outro...

2 Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, CAUNESP, UNESP, Botucatu, São Paulo, rebarreto@yahoo.com

3 A definição desse e muitos outros termos ligados à redação científica podem ser encontrados em Volpato et al. (2013).

4 Inclui questões metodológicas.

A origem dos nossos problemas em redação científica

O processo de internacionalização da ciência trás à tona a discussão sobre a redação científica. Em relação a esse tema, nossos problemas são muito mais de ordem conceitual do que técnica. Contudo, não se vê políticas contundentes para superarmos tais deficiências conceituais; ao contrário, as medidas tomadas estão mais ligadas à superação dos problemas de ordem técnica. Um exemplo disso é o financiamento institucional de traduções de textos científicos do português para o inglês. Mas daí fica uma pergunta... Um texto com distorções conceituais em português deixa de tê-las ao traduzirmos para o inglês? A resposta é obviamente: não! Um texto com equívocos nos conceitos de base para a redação científica não é resolvido pela mera tradução e correção gramatical de uma língua para outra. Assim, neste capítulo mostro requisitos necessários para se atender às exigências de qualidade para publicação internacional eficiente.

A boa redação científica considera conceitos sobre filosofia e metodologia da ciência, publicação científica e a qualidade da ciência produzida. De uma ciência de qualidade ruim não é possível resultar publicações boas. Contudo, de uma ciência de boa qualidade podem decorrer boas publicações, ou não, pois depende da capacidade de comunicação científica do cientista. Por que isso não ocorre como regra geral no Brasil?

O exposto anteriormente remete ao desenvolvimento da ciência no Brasil. O cientista brasileiro, em sua maioria, aprendeu redação científica em locais inapropriados. As pós-graduações, as agências de fomento à pesquisa e as revistas científicas nacionais vêm apresentando historicamente em seus critérios de seleção e julgamento equívocos conceituais em redação científica. Isso, inevitavelmente, tem moldado, em várias áreas, os cientistas brasileiros. Assim, durante muito tempo, os cientistas brasileiros viveram sob a égide da mentalidade de “ciência nacional”, o que levou à reverberação de equívocos que tangem diversos elementos da metodologia e da

redação científica ligados à coerência e fundamentação lógica do texto, ao delineamento do estudo e à estatística, à interpretação dos dados, à elaboração adequada (sem regionalização e restrição) das conclusões científicas etc. Diversos desses equívocos podem ser consultados pormenorizadamente em Volpato (2010). Apesar disso, mais recentemente, na verdade, no fim da década passada e início da década atual, mesmo que tardio, há certa tentativa em superar tal abismo em relação à ciência internacional, como é visto, por exemplo, pela incorporação de critérios de qualidade internacional pelas agências de fomento em suas avaliações, ou mesmo na avaliação das pós-graduações do Brasil. É o caso da consideração do índice *h* (para entender o índice *h* ver HIRSCH, 2005), do fator de impacto das revistas (para ver o FI consulte o Journal Citation Report – ISI – isiknowledge.com) e das citações recebidas pelos autores nas análises (para ver as citações de autores consulte o Web of Science – ISI – isiknowledge.com).

A ciência como um grande debate...

Para superarmos nossos problemas temos que olhar de maneira diferente tanto o ato de fazer ciência quanto o de comunicar nossos achados científicos. Temos que encarar a ciência como um grande debate que qualquer pessoa de qualquer lugar do planeta possa participar. Isso logicamente seguindo os fundamentos que caracterizam o método científico (vide VOLPATO, 2013).

Considerando a ciência como um grande debate, já fica nítido que ela é irrestrita a um país, a um povo, a uma etnia, a um continente etc. Ou seja, a ciência é uma entidade humana! Assim, publicar trabalhos científicos em revistas científicas que não tenham difusão na comunidade científica ou estejam em idioma restrito (não faz mais sentido a redação não ser em inglês), ou que restrinjam as conclusões do trabalho a região ou local aonde foi desenvolvido o estudo foge da concepção de ciência como uma entidade humana. Privar o acesso da comunidade científica às informações científicas por

publicá-las em português, por exemplo, ou em veículo de circulação regional e, portanto, restrito, ou é egoísmo, ou tais informações não atendem aos credenciais necessários para serem publicados numa revista internacional. Ou seja, tais credenciais podem estar ligadas à má qualidade científica da informação ou da comunicação.

Buscar publicações internacionais não se trata de falta de patriotismo. Ao contrário, buscar os veículos internacionais representa levar o Brasil a participar desse grande debate. Isso, ulteriormente falando, leva à minimização de equívocos teóricos. Ao se publicar em veículo internacional de bom nível damos a chance daquelas informações serem postas à prova na comunidade científica. Uma vez sobrevivendo à crítica de cientistas de diversas culturas e nacionalidade, o conhecimento construído provavelmente tem menor chance de incluir equívocos. Essa é a grande expectativa no cenário configurado nesse grande debate.

O leitor nesse momento pode se perguntar, mas se o que eu publiquei for criticado e os cientistas não concordarem com minhas ideias? De que valeu participar do debate? A resposta é simples. O conhecimento científico é construído dessa maneira, ou seja, com muita crítica. Mesmo que haja oposição a algumas das ideias que publicamos, nós participamos do debate. Nossa ideia ao menos mereceu ser criticada. O pior seria a indiferença.

Como participar do debate?

Para participar do debate temos que publicar em revistas internacionais. Mas, o que são revistas internacionais? Usando a lógica podemos facilmente reconhecer o que é uma revista internacional, conceito este bem definido em Volpato (2011) e apresentado a seguir. Um veículo de divulgação das informações científicas é internacional se cientistas de vários países o usam para divulgação de seus achados. Não só isso, essas informações devem ser usadas (citadas) por cientistas também de vários países. Essas informações podem ser obtidas no ISI - Web of Science e no ISI – Journal of Citation

Report, sendo, portanto, possível avaliar se uma revista é ou não internacional. Considerando essa definição de revista internacional, vale ainda ressaltar que:

Uma revista não precisa necessariamente ser estrangeira para ser internacional;

A língua de veiculação das informações deve ser, em regra geral, o inglês, pois isso inevitavelmente é um requisito para acessibilidade do leitor às informações (afinal poucos entenderiam um artigo em hindi, xhosa ou japonês no Brasil, assim como poucos entenderiam um artigo em português na Índia, na África do Sul ou no Japão), mas apenas isso não garante a internacionalização da revista;

Devemos avaliar também se a revista é internacional considerando a contribuição proporcional que cada país possui na produção mundial de artigos científicos, ou seja, é normal encontrar uma porcentagem alta de artigos de americanos publicados e citados, mas não de brasileiros (por exemplo, veja <http://sciencewatch.com/articles/top-20-countries-all-fields-2001-august-31-2011>).

Com o exposto anteriormente, fica fácil avaliar se uma revista é internacional. Contudo, podemos avançar nessa análise e classificar as revistas em níveis (baseado em VOLPATO 2011a; 2011b; 2012). As revistas internacionais podem ser divididas em dois níveis: revistas de impacto e revistas de alto impacto. As revistas de impacto⁵ são específicas e costumam ser bem conhecidas dentro de uma ou poucas especialidades, como por exemplo: *Plant and Soil*, *Weed Research*, *Journal of Experimental Botany*, *Aquaculture*, *Physical Review Letters*, *Zoology* etc. Por outro lado, as revistas de **alto** impacto transcendem áreas, sendo conhecidas por cientistas das mais diversas especialidades. Isso se dá principalmente pela grande novidade e/ou abrangência do tema dos artigos publicados. Nessa categoria temos os clássicos exemplos da *Science*, *Nature* e *PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America* e a série *PLoS*.

⁵ Não necessariamente o fator de impacto do JCR, mas o impacto que causam na comunidade científica (e.g., citações).

Em outro extremo temos as revistas regionais. Tais revistas não são internacionais e possuem alcance restrito na comunidade científica, atingindo poucas instituições, cidades ou sendo restritas a um país etc. Por apresentarem impacto apenas regional, em geral essas revistas não conseguem influenciar a comunidade científica (ficam à margem do debate).

A grande diferença que encontramos nessas revistas (de impacto - internacionais e sem impacto – regionais) é que há uma alta preocupação nas revistas internacionais em executar avaliações rígidas, pautadas nos conceitos adequados ligados aos meandros pelo qual a ciência deve ser construída (a lógica científica). Nas revistas internacionais, por exemplo, encontramos uma menor probabilidade de se achar equívocos lógicos e distorções metodológico-filosóficas.

Ao encontro disso, vale uma crítica. Note como na análise da qualidade de um cientista, revista ou instituição, a contagem apenas do número de artigos publicados é equivocada e não reflete a qualidade da produção científica. Ainda em relação a isso, fica fácil perceber também que a estratificação Qualis-CAPES trás, inevitavelmente, distorções. Nesse sistema, é comum encontrarmos num mesmo extrato Qualis-CAPES revistas de níveis de qualidade muito diferentes entre si. Por exemplo, na área de avaliação CAPES – Ciências Agrárias I, a revista *Agronomy Journal*, que possui Fator de Impacto (FI_{2011}) de 1,794, é Qualis A1 assim como a *Nature*, que possui $FI_{2011} = 36,280$. As revistas não estão obviamente em pé de igualdade qualitativa, mas pela avaliação do Qualis estão. Além disso, eu poderia apostar que nem 20 publicações na *Agronomy journal* [o que totalizaria uma somatória de fator de impacto de ~ 36 ($20 \times 1,794$), ou seja, próximo ao da *Nature*] equivaleriam ao impacto da informação de um artigo publicado na *Nature*.

Onde devemos aprender a participar do debate?

Muito provavelmente não aprenderemos o caminho das publicações internacionais submetendo artigos para publicação

em revistas regionais (definidas acima). No processo de avaliação dos artigos pelas revistas científicas (avaliação pelos pares - “peer review”), equívocos no texto serão apontados pela análise dos revisores (“referees”) e pelas considerações dos editores que, por sua vez, escolhem os revisores. Assim, a qualidade de editores e revisores inevitavelmente definirá a qualidade da revista. Note que em revistas regionais predominam editores (e, conseqüentemente, revisores) que não têm autonomia de publicação em revistas de bom nível internacional. Mais ainda, quando aceitam manuscritos em português, restringem a análise a brasileiros ou, mais raramente, a estrangeiros que compreendem essa língua, reduzindo a abrangência das possíveis críticas. Como desdobramento disso, podemos aprender ou não com essas críticas. Aprenderemos quando editores e revisores analisam os artigos com propriedade, pois dominam os preceitos lógico-filosóficos da ciência. Isso coincide com a prática observada nas revistas internacionais, mas não nas regionais. Assim, para não nos afastarmos do caminho do aprendizado do fazer ciência de nível internacional, devemos evitar tais revistas regionais. Note que isso é especialmente válido para aqueles que estão crescendo na carreira científica em busca de uma posição de destaque no grande debate científico internacional⁶.

A qualidade necessária para publicar internacionalmente

Durante muitos anos impingiu-se uma política de ampliação do número das revistas nacionais, numa empreitada que conseguia publicar pesquisas equivocadas que não teriam acento em veículos internacionais. No entanto, a busca deveria, e deve, ser outra. A principal busca em relação à internacionalização da ciência no Brasil deve ser o aumento de qualidade da nossa ciência, o que poderá resultar em melhora qualitativa de nossos artigos (então competitivos

⁶ Segundo Volpato (2013), esses cientistas devem publicar na ciência internacional, mas não se esquecerem de citar honestamente artigos de ótima qualidade, em inglês, que eventualmente estejam publicados na ciência regional de nosso país.

na ciência internacional), e não apenas no aumento da quantidade de artigos publicados. Para atingir o nível de qualidade esperado para publicarmos internacionalmente, devemos atender os quatro requisitos (VOLPATO, 2012) descritos abaixo.

O primeiro deles é a *novidade da conclusão*. A razão de ser de um artigo científico é mostrar ao mundo a conclusão; ou seja, em essência, publicamos conclusões. Não publicamos para mostrar meramente os dados obtidos. Esses representam apenas o alicerce empírico para sustentar nossas conclusões que, por sua vez, devem ser sólidas e apresentar novidades. Não faz sentido publicarmos conclusões que já são esperadas, como, por exemplo: aspirina alivia a dor. Afinal, qualquer indivíduo ao ler um artigo espera encontrar novidades.

Devemos comentar que o que foi dito coloca a discussão no campo das ideias, ou seja, as novidades científicas vêm de nossa capacidade criativa de elaborar boas ideias. Algo que não necessariamente tem relação com a sofisticação de técnicas utilizadas, o montante de dinheiro captado ou o esforço para amostragem e obtenção dos dados. No entanto, infelizmente algumas pessoas que gerem a ciência no Brasil pensam ao contrário; chamo isso de engodo capitalista. Já vivenciei a situação de um indivíduo de alto escalão da gestão de ciência no Brasil recusar a aquisição de equipamentos para meu laboratório, pois os valores dos equipamentos (~R\$ 7.000,00) eram baixos demais e a ideia era comprar equipamentos sofisticados e caros. A pessoa se justificava dizendo que quanto mais cara a pesquisa melhor a ciência produzida. Isso faz me lembrar da teoria do efeito fotoelétrico, que consiste na emissão de elétrons por um material exposto à radiação eletromagnética. Esse fenômeno foi observado no início do século XIX por Becquerel e confirmado por Hertz ao final do mesmo século. Contudo, a explicação mais satisfatória para o fenômeno foi cunhada por Einstein já no início do século XX, rendendo a ele o prêmio Nobel de física em 1921 e resultando em inúmeros desdobramentos teóricos e tecnológicos.

Einstein não precisou de dinheiro para tal proeza, mas sim de imaginação, pois a demonstração experimental já tinha sido realizada por outros. Atualmente, Einstein teria provavelmente problemas com a pós-graduação por não captar recursos externos à universidade. Infelizmente no Brasil não valorizamos a criatividade e ideias mais diferentes (de risco). Nas conhecidas revistas *Nature* e *Science* encontramos pesquisas cujo custo de equipamentos e outros materiais é irrisório. Apesar de vários exemplos que poderiam ser citados, ideias com maior potencial revolucionário não são bem vistas por aqui e dificilmente são fomentadas pelas agências de financiamento à pesquisa, embora constantemente se fale em inovação. No Brasil, costuma-se patrocinar e incentivar a realização de mesmices... priorizando-se as mesmices caras.

O segundo requisito para publicação internacional versa sobre a metodologia necessária para viabilizar o estudo. Não chegaremos à publicação internacional sem termos em mão uma *metodologia robusta*. Não adianta usufruirmos de técnicas obsoletas para conduzir o estudo, isso fatalmente inviabilizaria publicar em revistas internacionais. O motivo é simples. As técnicas de coleta mudam, em geral para melhorar a adequação das medições. Assim, nossos pares, ao analisarem nossos artigos, podem ou não aceitar a maneira pela qual os dados foram coletados. Nesse sentido é necessário estar atualizado e ter bastante rigor ao escolher as técnicas a serem utilizadas.

Ainda dentro desse requisito, temos que comentar sobre o tamanho amostral (o popular “n”). O número de réplicas a ser utilizado em nosso estudo deve considerar a validade estatística, a viabilidade operacional e, embora não racional, o costume da sua especialidade. Pesando esses fatores, chegamos a tamanhos amostrais adequados que não serão um empecilho para publicação internacional. Se conversarmos com um estatístico não será incomum a menção de que com um tamanho amostral de umas 100 réplicas o estudo estará adequado. Mas, de repente, estamos estudando baleias azuis e jamais teremos esse tamanho amostral. Assim, o que fazer... Devemos ficar

sem a informação? Claro que não! Devemos balizar esses fatores. Ao lermos artigos (internacionais) de nossas áreas é possível obter uma ponderação razoável sobre isso e definir o tamanho amostral. Note que nas revistas de bom nível o tamanho amostral dos artigos publicados é suficiente para análise dos dados, viável operacionalmente e atende às expectativas numéricas dos cientistas da área.

O terceiro requisito diz respeito sobre quão evidentes os dados são. A ciência internacional está interessada em *resultados evidentes*. Dados duvidosos não serão convincentes e a credibilidade do estudo será questionada, podendo levar o artigo em questão a cair no esquecimento e nunca ser utilizado. Para pesquisas qualitativas ou quantitativas discorra sobre o que é concreto. No caso das análises de dados numéricos, as constatações estatísticas devem ser sólidas, jamais devemos concluir utilizando-se tendências (mais detalhes podem ser consultados em VOLPATO & BARRETO, 2011). Lembrem-se! Se aumentarmos o tamanho amostral, as tendências entre condições experimentais podem atingir tanto a diferença quanto a igualdade. Veja o exemplo a seguir. Suponha que descobrimos uma droga que serve para o tratamento de uma doença, o que representa a esperança de cura para muitas pessoas. Em um último teste, avaliaremos o risco da droga ser cancerígena, contando o número de células alteradas em indivíduos expostos a duas condições experimentais: 1) sem a droga e 2) com a droga. Suponha que o número de células cancerígenas foi de 50/1000 para o grupo sem droga e 60/1000 para o grupo com a droga. Agora suponha que ao analisarmos estatisticamente esses dados, comparando essas duas condições, obtivemos um valor de $P = 0,07$, ou seja, uma tendência, visto que consideramos algo estatisticamente diferente quando o valor de $P < 0,05$. O que devemos concluir segundo a estatística é que as condições são iguais. Erraríamos potencialmente se disséssemos que há uma tendência da droga ser cancerígena e também erraríamos se rejeitássemos a liberação do medicamento, que curaria muitos, nos baseando nessa tendência. Nessa situação, o correto seria aumentar o tamanho amostral e verificar se a igualdade ($P > 0,05$ – não

significativo) se confirma ou se, de fato, a droga é cancerígena, caso tenha sido obtido um número de células cancerígenas estatisticamente maior ($P < 0,05$) que o grupo não exposto à droga-controle. Daí tomar a decisão correta: liberar ou não o medicamento para uso humano.

O último requisito está direcionado para a comunicação científica de boa qualidade. Ou seja, devemos oferecer um texto com *apresentação impecável*. Gostamos de um texto simples, claro, sintético e bem escrito. As revistas internacionais estão cada vez mais preocupadas com esses aspectos do estilo científico. Estamos em um momento em que temos uma enxurrada de informações (e.g., publicações), o que leva a um inevitável aumento no rigor da triagem daquilo que será lido. Nesse contexto, podemos simplesmente esconder nosso estudo se apresentarmos ele de maneira enfadonha. Assim, a estruturação do manuscrito merece destaque, como segue...

Enfim, vamos tentar participar do debate: a estruturação do manuscrito

Como publicamos conclusões (veja item 6), devemos pensar sobre nossos dados até termos bem claro em mente qual é (ou quais são...) nossa conclusão no estudo. Ela será a ideia a ser defendida no texto e, ao saber disso de maneira bem clara, teremos maior chance de construir um texto curto e focado. Volpato (2011a; 2011b; 2012) propõe isso e complementa sugerindo que uma das formas para atingir a clareza das ideias, que consistem nos argumentos que validarão as conclusões, é apresentar o discurso completo oralmente até que isso esteja extremamente claro e logicamente coerente. Após esse processo estamos pronto para iniciar a redação. Nesse momento, a sequência de redação é chave para manter a coerência lógica e a concisão do texto.

Assim, escreva conforme a sequência proposta por Magnusson (1996): inicie redigindo as conclusões; selecione e escreva sobre os resultados que estão sustentando as conclusões; redija os métodos, incluindo apenas os que foram utilizados para obter esses resultados; redija a discussão de maneira a validar a conclusão, depois a introdução

e, por último, dê um título ao artigo. Fazendo assim não correremos o risco, por exemplo, de apresentar conclusões não suportadas pela nossa base empírica (dados + literatura), nem escreveremos sobre resultados desnecessários que não atuam sustentando as conclusões etc. Enfim, vamos pormenorizar isso a seguir.

Conclusões

Em relação às conclusões, na maioria das pesquisas buscamos compreender o comportamento ou a estrutura de alguma população estatística (um universo que estamos investigando). Para isso, utilizamos amostras dessa população para posteriormente podermos nos referir a ela. Assim, a título de generalização, devemos concluir no presente; caso contrário, sugeriríamos que os achados servem apenas para a amostra estudada e, portanto, não são mais válidos. Suponha que decidimos estudar se aspirina alivia a dor. Para tal, se investigamos uma amostra da população humana e constatamos que nela quem tomou aspirina apresentou menos dor, devemos concluir que a aspirina ALIVIA a dor (verbo no presente). Dessa forma, isso sugere que tal ideia é válida para a amostra, mas também para a população no presente e no futuro, até que se prove o contrário. Se concluirmos que a aspirina ALIVIOU a dor (no passado), estamos sugerindo que NÃO alivia mais. A conclusão deverá aparecer no passado se o fenômeno a ser explicado foi passado, como, por exemplo, os russos DERROTARAM Napoleão.

Nas conclusões, devemos priorizar as variáveis teóricas do estudo. Quando aventamos estudar algo usamos variáveis operacionais (variáveis mensuráveis qualitativa ou quantitativamente) para dizer sobre variáveis teóricas (VOLPATO, 2007). Por exemplo, se queremos testar se um método de ensino é melhor que outro para o aprendizado dos alunos, devemos quantificar aprendizado (variável teórica) de alguma maneira. Assim, podemos operacionalizar essa variável teórica (aprendizado) pelo número de acertos obtidos em uma prova, por exemplo. Por fim, devemos discorrer referindo-se a três fenômenos

lógicos envolvendo as variáveis do estudo, ou seja, ou descrevemos uma variável, ou avaliamos associações entre variáveis, podendo ou não essas associações decorrerem ou não de relação de interferência entre as variáveis (para mais detalhes veja VOLPATO, 2011a). Assim, na pesquisa descritiva, a conclusão é a descrição; *i.e.*, do conjunto de resultados descritos, na conclusão apresentamos aqueles que caracterizam o que estamos descrevendo. Na pesquisa de associação concluiremos se há ou não associação, podendo avançar sobre o tipo dessa associação e o motivo de sua existência [mera associação ou decorrente de ação de uma variável(is) sobre outra(s)]. Se a conclusão implica na interferência entre variáveis, cabem demonstrações ou alusões aos possíveis mecanismos.

Resultados

Como já referido no item 6 (terceiro requisito), o esforço de amostragem não tem relação com a qualidade científica. Não ache que quanto mais resultados forem apresentados melhor. Assim, apresente apenas aqueles resultados usados para sustentar as conclusões. O que não foi usado para construir esse discurso descarte sumariamente. Colocar resultados não utilizados para sustentar a conclusão atrapalha a argumentação lógica do texto. A inclusão de informações desnecessárias é uma falha lógica e decorre mais da insegurança dos autores do que da qualidade metodológica (VOLPATO, 2011a)!

A apresentação do resultado deve ser pensada estrategicamente de maneira a dar ênfase no que é importante. Se sua pesquisa foi uma descrição, o uso de textos e/ou tabelas se faz mais adequado para detalhamento numérico do objeto de estudo a ser descrito. Quando testamos hipóteses de associação, com ou sem relação de interferência entre elas, nossa intenção é mostrar que duas ou mais variáveis podem apresentar de alguma forma relação entre si. Nesse contexto, os valores obtidos tornam-se secundários. Assim, a melhor maneira de expressar isso é por meio de figuras, onde ressaltamos as igualdades e/ou as diferenças. Quando o volume de dados é muito grande, o que

aumentaria excessivamente o número de figuras, as tabelas podem vir a ser mais pertinente, neste caso uma decisão pautada pela estética.

Vale ressaltar também que não devemos jamais apresentar os mesmos resultados de mais de uma maneira no mesmo texto. Se apresentar os dados em figuras, não os repita no texto ou em uma tabela, por exemplo. No texto do item resultados, limite-se a indicar ao leitor o que ele deve observar na figura ou na tabela [p. ex., o nível plasmático de glicose foi maior nos indivíduos estressados (Tabela 1)]. Na realidade, você está indicando ao leitor o que você olhou e considerou de seus dados para apresentar seu discurso final. O leitor deve saber qual foi o raciocínio do autor para poder julgá-lo.

Materiais e Métodos

Uma das condições para identificar o caráter científico de um estudo é o critério da reprodutibilidade (POPPER, 2005). Assim, ao redigirmos, o mais sucintamente possível, os materiais e métodos, temos que dar condições para que o estudo seja potencialmente reproduzido. Uma forma de estruturação que pode auxiliar em tornar o texto dos materiais e métodos mais claro é redigi-lo partindo-se do mais geral para o mais específico. Assim, iniciamos descrevendo o sujeito de estudo, seja ele qual for (alunos, escolas, asteroides, orquídeas, células etc.). Em seguida, escrevemos sobre nossa estratégia intelectual do estudo (delineamento) usada ou para descrever algo ou testar nossa hipótese (no caso, pressupostos de associação com ou sem interferência entre as variáveis). Isso deve incluir a dinâmica temporal do estudo, as condições experimentais, o tamanho amostral, sem se preocupar, nesse local do texto, com a descrição de técnicas etc. Concluída a descrição do delineamento do estudo, daí sim nos atemos aos procedimentos específicos, que inclui as técnicas para coleta de dados, detalhes da montagem de experimentos etc. Por fim, descreva como os dados foram analisados. Para maiores detalhes sobre análise estatística dos dados consulte as noções lógicas para escolha e interpretação dos testes estatísticos em Volpato & Barreto (2011).

Discussão

Na discussão precisamos mostrar, também de maneira sucinta, que nossas conclusões devem ser aceitas, ou seja, devemos validá-las. Isso significa argumentar que nossa metodologia utilizada, nossos resultados obtidos e o *status quo* da literatura vigente nos levam a considerar a conclusão como válida. Não existe uma maneira específica de se fazer esse tipo de texto argumentativo, mas é possível direcionar o leitor para o melhor entendimento do que se quer mostrar e permitir críticas à sua argumentação ao iniciar com as principais conclusões (VOLPATO, 2011a). Feito isso, validaremos essas conclusões ao argumentarmos que as técnicas estavam corretas, o delineamento do estudo foi efetivo para atingir nosso objetivo e os resultados são válidos. Entremado nesse discurso, colocamos a literatura pertinente, que configura a base empírica já publicada que nos auxiliará na validação das conclusões. Assim, note que o objetivo do item discussão não é discutir os resultados, mas usar seu estudo para fundamentar a validade de suas conclusões.

Introdução

A introdução é o texto onde devemos justificar, de maneira lógica, o objetivo da pesquisa. Suponha que nosso objetivo, por exemplo, foi testar se a suplementação da dieta com suco de limão alivia os sintomas da gripe. Temos uma pesquisa que testa uma associação com interferência entre variáveis. Neste caso, devemos, na introdução, justificar a validade de se propor tal relação; ou seja, por que é plausível a suplementação da dieta com suco de limão causar algum efeito benéfico em indivíduos gripados. Ressalto, o importante é justificar a relação de associação entre essas duas variáveis. E essa relação deve ser a novidade do estudo. É comum encontrarmos uma vasta explanação sobre as variáveis sem mostrar a potencial associação entre elas, o que é uma falha lógica na construção da introdução.

Infelizmente, é comum recebermos regras para se apresentar projetos às agências de fomento estabelecendo que o texto da introdução seja algo separado da justificativa. Pelo dito no parágrafo anterior, reforçamos que também as agências de fomento têm contribuído para reverberação de erros em redação científica.

Em revistas de alto nível, tem sido comum na introdução apresentar a conclusão do estudo no lugar do objetivo, ou seja, ao invés de mencionar o que foi investigado (a forma tradicional), se diz aonde chegou. Essa estratégia tem como objetivo indicar ao leitor o que o texto possui de interessante e estimulá-lo a ler. O cientista sério não se contenta com a conclusão, quer ler o texto para avaliar o discurso e saber se concorda ou não com ele.

Título

O título do trabalho pode fazer menção ao tema ou ao objetivo da pesquisa. Pode também aparecer na forma de pergunta. Contudo, muitas vezes a forma mais interessante é fazer menção à conclusão do estudo, o que mostra claramente aonde o estudo chegou⁷. Lembre-se, publicamos conclusões! Devemos atrair a atenção do leitor primando por títulos curtos (o mais curto possível), sem ser enganoso; portanto, sendo fiel ao conteúdo e legível para pessoas de diversas áreas ou pelo menos de áreas correlatas. Em relação a essas características, evite então jargões de áreas, siglas, nomes científicos e outras menções taxonômicas, local de realização do estudo, termos vazios etc.

Citações

Devemos citar o que auxiliará nossa argumentação. Nesse contexto devemos evitar informações fracas, que seja facilmente questionáveis, o que enfraqueceria nosso argumento. Assim, evite citar

⁷ Pela mesma razão da apresentação da conclusão no lugar do objetivo na introdução, visto no último parágrafo do item “*Introdução*”.

artigos de revistas regionais, especialmente os redigidos em idiomas que não o inglês; teses (mesmo que escritas em inglês); resumos em congressos e citações indiretas (citar artigo que você não leu, mas soube da informação em outro texto). Essas citações geralmente são bases fracas, pois ou a conclusão não é válida (o crivo crítico de análise foi raso ou equivocado, como no caso das teses e artigos regionais) ou não temos elementos para saber se a conclusão é válida (como no caso dos resumos, dos artigos em outras línguas ou dos que não temos acesso).

A máxima que diz que quantidade não é qualidade também deve ser respeitada. Assim, na posse de várias bibliografias potenciais para justificar uma ideia, prefira a mais recente e de melhor qualidade. Filosoficamente, isso indica que tal informação continua válida, mesmo que tenha sido descoberta no início do século passado. Nesse contexto, podemos, se pertinente, citar o autor original da ideia, mas amparado por citação mais recente para mostrar que ela continua válida. Devemos ser claros também a quem pertence a citação. Uma forma de evitar problemas dessa natureza é colocar o autor da informação logo em seguida a ela, mesmo que a frase continue.

Por fim, inevitavelmente temos que comentar sobre as autocitações. Algo gerador de polêmicas, mas que não deveria ser assim. O problema é quando os indivíduos ou mesmo revistas forçam citações com intuítos escusos, como aumentar artificialmente o número total de citações ou melhorar índices de avaliação da atividade científica que dependem diretamente do número de citações, como o caso do índice h (HIRSCH, 2005) ou do fator de impacto da revista (ver Journal Citation Reports – ISI – isiknowledge.com). Assim, excessos geralmente decorrem de problemas dessa natureza. Se a autocitação é honesta e genuína, não há problema em usá-la.

Resumo

Há dois tipos de resumos, aqueles que são miniaturas do estudo e o resumo criativo (VOLPATO, 2012). No resumo miniatura do estudo, comumente se coloca em poucas palavras a justificativa do estudo e o objetivo, a essência do delineamento do estudo, os principais resultados e as principais conclusões. Isso obviamente não está errado, mas de que adianta fazer assim se logo em seguida temos o texto completo? Já no resumo criativo, não temos a reprodução sintetizada das diversas partes do estudo e nem temos regras específicas para confeccioná-lo. Contudo, podemos apresentar com liberdade o principal conteúdo do texto, geralmente oferecendo uma breve contextualização sobre a problemática em estudo, seguindo pelos principais resultados e, por fim, mostrando a conclusão. Em geral pode ser redigido em três frases. Esse resumo deve ser o mais curto possível; afinal, o que é curto tem maior probabilidade de ser lido.

Referências bibliográficas⁸

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington - DC, v. 102, n. 46, p. 16569-16572, 2005.

MAGNUSSON, W. E. How to write backwards. *Bulletin of the Ecological Society of America*, Washington - DC, v. 77, n. 2, p. 88, 1996.

⁸ Note a seguir como as normas da ABNT atenta contra a concisão. Porém, a concisão é uma característica valiosíssima na ciência internacional. Pelas normas da ABNT, a referência (acima) Hirsch (2005) está com 213 caracteres com espaço. Se usarmos as normas da *Science*, por exemplo, a mesma referência fica com 62 caracteres com espaço [J. E. Hirsch, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 102, 16569 (2005)]. Mas o mais importante é que independentemente da norma (ABNT ou *Science*) chegamos à fonte da informação. Então, o que deveríamos preferir?

POPPER, K. **The logic of scientific discovery**. 7.ed. Londres: Taylor & Francis e-Library, 2005. 513p.

VOLPATO, G. L. **Bases teóricas para redação científica**. 1.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica; Vinhedo: Scripta, 2007. 125p.

VOLPATO, G. L. **Pérolas da Redação Científica**. 1.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 189p.

VOLPATO, G. L. **Método lógico para redação científica**. 1.ed. Botucatu: Best Writing, 2011a. 320p.

VOLPATO, G.L. The logic of scientific writing. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, Visconde de Araújo – RJ, v. 7, n. 1, p. 2-5, 2011b.

VOLPATO, G. L.; BARRETO, R. E. **Estatística sem dor!!!** 1.ed. Botucatu: Best Writing, 2011. 64p.

VOLPATO, G. L. A qualidade esperada em manuscritos na ciência internacional. In: RIBEIRO, R. V.; SILVA, M. A. M.; CAMARGO, M. R. O. (Eds). **Editoração Científica**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. p. 6-13.

VOLPATO, G. L. **Ciência: da filosofia à publicação**. 6.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. 377p.

VOLPATO, G. L.; BARRETO, R. E.; UENO, H. M.; NOGUEIRA-VOLPATO, E. S.; GIAQUINTO, P. C.; GONÇALVES-DE-FREITAS, E. **Dicionário crítico para redação científica**. 1.ed. Botucatu: Editora Best Writing, 2013. 216p.

CAPÍTULO 03

Programa Ciência sem Fronteiras – Proposta e Evolução do Programa

Raquel Santini Leandro Rade⁹

Objetivos do Programa Ciência sem Fronteiras

O Programa Ciência sem Fronteiras (CsF) trata-se é um programa especial de mobilidade internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação, lançado pelo Governo Federal em junho de 2011, cujo objetivo principal é a formação de recursos humanos altamente qualificados nas melhores universidades e instituições de pesquisa estrangeiras, com vistas a promover a internacionalização da ciência e tecnologia nacional, o estímulo a pesquisas que gerem inovação e, conseqüentemente, o aumento da competitividade das empresas brasileiras no plano mundial. Para atingir este objetivo, o programa prevê uma expansão significativa da mobilidade internacional de graduandos, pós-graduandos, pesquisadores e docentes brasileiros no exterior (CAPES/CNPq, 2013).

Com esta expansão, prevê-se que o Programa estará contribuindo a médio e a longo prazo para acelerar os processos de internacionalização das Instituições de Ensino Superior e dos Centros de Pesquisa brasileiros, propiciando maior visibilidade da pesquisa acadêmica e científica que é realizada no País, por meio da colaboração e do estabelecimento de novos projetos de pesquisa conjuntos com instituições e parceiros estrangeiros. Espera-se, também, que em médio prazo estas ações acarretem um maior fluxo de investimento estrangeiro voltado à formação de recursos humanos, à promoção da

⁹ Diretora de Relações Internacionais e Interinstitucionais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, rslr@ufu.br

inovação, da ciência e da tecnologia no País. A expansão na formação altamente especializada de estudantes, docentes e pesquisadores se dá em duas vertentes: (1) aumento expressivo da presença de estudantes de graduação, pós-graduação, pós-doutores e docentes brasileiros em instituições de excelência no exterior, em áreas do conhecimento definidas como prioritárias pelo Governo brasileiro; (2) estímulo à vinda de jovens talentos e pesquisadores estrangeiros de elevada qualificação para o Brasil, com atuação em áreas de interesse para o País.

Este Programa também tem como objetivo a criação da cultura de interação entre a pesquisa acadêmica e o setor empresarial e a sociedade civil.

Metas do Programa CsF

A meta inicial apresentada para o Programa CsF era a de se atingir o envio, para capacitação no exterior, de 75.000 bolsistas brasileiros até o final do ano de 2014, por meio do esforço conjunto dos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ministério da Educação (MEC) através de suas respectivas instituições de fomento, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), e das Secretarias de Ensino Superior e de Ensino Tecnológico do MEC. Este número foi posteriormente aumentado em mais 26.000 bolsas concedidas com recursos da iniciativa privada, perfazendo um total de 101 mil bolsas a serem concedidas em quatro anos (2012/2015). Parte destas bolsas são destinadas a financiar pesquisadores estrangeiros que queiram se fixar no Brasil ou estabelecer parcerias com pesquisadores brasileiros nas áreas prioritárias definidas no Programa, bem como criar oportunidade para que pesquisadores ligados a empresas recebam treinamento especializado no exterior.

A Tabela 1 apresenta a previsão inicial das bolsas dentro do Programa CsF com investimento federal de R\$ 3,1 bilhões.

Tabela 1. Modalidades de Bolsas e Metas Globais iniciais do Programa CsF.

Modalidade de Bolsa	Número de Bolsas
Graduação sanduiche	27.100
Doutorado sanduiche	24.600
Doutorado Pleno	9.790
Pós-doutorado	8.900
Estágio Senior	2.660
Treinamento de Especialistas de Empresas no Exterior	700
Atração de Jovens Talentos	860
Pesquisadores Visitantes Especiais	390

O Programa CsF também tem como meta promover a vinda de, no mínimo, 1.200 jovens talentos e 300 lideranças científicas estrangeiras, por meio da repatriação de cientistas e pesquisadores brasileiros radicados no exterior. Essa iniciativa contribuirá fortemente para o esforço conjunto de capacitar rapidamente maior contingente de estudantes brasileiros, além de promover maior interação entre cientistas brasileiros e seus parceiros estrangeiros.

Ficaram a cargo do CNPq e da CAPES a celebração de protocolos, acordos e convênios de colaboração e parcerias com agências congêneres e centros de excelência no exterior para a execução do Programa.

Áreas Contempladas

No Programa Ciência sem Fronteiras, as áreas do conhecimento contempladas são:

- Engenharias e demais áreas tecnológicas;
- Ciências Exatas e da Terra;
- Biologia, Ciências Biomédicas e da Saúde;

- Computação e Tecnologias da Informação;
- Tecnologia Aeroespacial;
- Fármacos;
- Produção Agrícola Sustentável;
- Petróleo, Gás e Carvão Mineral;
- Energias Renováveis;
- Tecnologia Mineral;
- Biotecnologia;
- Nanotecnologia e Novos Materiais;
- Tecnologias de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais;
- Biodiversidade e Bioprospecção;
- Ciências do Mar;
- Indústria Criativa (voltada a produtos e processos para desenvolvimento tecnológico e inovação);
- Novas Tecnologias de Engenharia Construtiva;
- Formação de Tecnólogos.

Para a definição destas áreas o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério da Educação (MEC) consideraram: i) as posições brasileiras nos *rankings* da produção científica e da inovação internacionais, que mostram o Brasil respectivamente no 13º lugar em produção científica e 47º lugar na inovação; ii) o número de graduandos na área de engenharia em relação às demais carreiras; iii) o número de mestres e doutores formados até o ano de 2009 por área do conhecimento. Esta avaliação deixou nítida a necessidade de se avançar na área de Ciência, Tecnologia, Inovação e competitividade industrial para o crescimento do País na busca de sua autonomia tecnológica industrial com aumento de patentes reconhecidas internacionalmente.

Instituições de Destino

O Programa CsF prevê aos estudantes de graduação, de pós-graduação e os pós-doutores, treinamento nas melhores instituições e grupos de pesquisa disponíveis no mundo, prioritariamente entre as mais bem conceituadas para as áreas contempladas no programa.

Os parceiros externos são organizações tradicionais no acolhimento e suporte a estudantes ou mesmo consórcios das principais universidades locais, os quais são responsáveis por definir, juntamente com a CAPES e o CNPq, os melhores cursos e instituições nos seus respectivos países.

Para os bolsistas de pós-graduação, as instituições de destino são analisadas por comissões de especialistas da CAPES e do CNPq considerando as propostas apresentadas pelos candidatos.

Modalidades de Bolsas no Exterior

Todas as modalidades de bolsas incluem auxílio deslocamento ou passagens aéreas em classe econômica, bolsa mensal relativa a toda duração da mobilidade, seguro saúde, auxílio instalação, taxas escolares e auxílio material didático.

Graduação Sanduíche

Para participar nesta modalidade o candidato deverá ter os seguintes requisitos:

- Ser brasileiro ou naturalizado;
- Estar regularmente matriculado em instituição de ensino superior no Brasil em cursos relacionados às áreas prioritárias do Programa Ciência sem Fronteiras;
- Ter sido classificado no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM com no mínimo 600 pontos a partir de 2009;

- Ter cursado 20% do currículo de seu curso de graduação no início da mobilidade e não ter cursado mais de 90% do mesmo;
- Apresentar proficiência no idioma do país de destino.

Estudantes que foram contemplados com premiação em olimpíadas científicas no País ou exterior e ter tido ou estar usufruindo de bolsa de iniciação científica ou tecnológica do CNPq (PIBIC/ PIBITI) ou do PIBID da CAPES, têm prioridade no processo seletivo.

Tecnólogo

Os estudantes de cursos superiores de tecnologia nas áreas e temas de estudo de interesse para o Programa CsF poderão participar do programa desde que:

- Estejam matriculados em curso superior de tecnologia nas áreas e temas prioritários;
- Ter nacionalidade brasileira;
- Ter cursado no mínimo um semestre e estar, no máximo, no penúltimo semestre do curso, no momento do início previsto da viagem de estudos;
- Apresentar proficiência no idioma do país de destino;
- Possuir bom desempenho acadêmico.

Estudantes que foram contemplados com premiação em olimpíadas científicas no país ou exterior e ter tido ou estar usufruindo de bolsa de iniciação científica ou tecnológica do CNPq (PIBIC/ PIBITI) ou do PIBID da CAPES, têm prioridade no processo seletivo. Exige-se que o estudante tenha ainda uma nota superior a 600 pontos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), realizado a partir de 2009.

Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

São bolsas que visam apoiar a participação de pesquisadores, especialistas e técnicos em atividades de aperfeiçoamento, reciclagem

ou treinamento no exterior, por meio da realização de estágios e cursos com duração de até 12 meses. Para participar, os candidatos devem preencher os seguintes requisitos:

- a) Ter formação compatível com o nível e a finalidade do estágio ou curso;
- b) Possuir experiência profissional e produção técnico-científica compatível com sua qualificação;
- c) Ter vínculo funcional ou empregatício;
- d) Não ser aposentado;
- e) Ser brasileiro ou estrangeiro com situação regular no Brasil.

Doutorado Sanduíche

O Programa de Doutorado Sanduíche destina-se a oferecer bolsas para estágio em universidades no exterior para aprofundamento teórico, coleta e/ou tratamento de dados ou desenvolvimento parcial de teses a serem defendidas no Brasil. Os candidatos devem estar regularmente matriculados em cursos de doutorado no Brasil, não terem usufruído anteriormente, no curso de doutorado, de outra bolsa da CAPES ou do CNPq para realização de estágio de doutorado sanduíche ou doutorado pleno no exterior e deve comprovar ter sido aprovado em exame de qualificação para o doutorado. Para solicitação desta bolsa, os candidatos podem submeter as inscrições de duas formas: pelo contato por meio das organizações parceiros do Programa Ciência sem Fronteiras no país de destino, caso não tenha definido a instituição no exterior, ou pelo contato direto com a instituição em que deseja estudar, apresentando neste caso a carta de aceite ou manifestação de interesse do possível orientador no exterior.

O projeto de pesquisa, deverá enquadrar-se dentro das áreas prioritárias do Programa CsF, caso contrário, a solicitação deverá ser submetida às chamadas regulares da CAPES e do CNPq. As áreas de conhecimento não contempladas são apresentadas no formulário de inscrição, pois é possível considerar propostas voltadas a produtos e processos de inovação tecnológica.

Os documentos necessários para a solicitação são:

- Preenchimento do formulário específico de inscrição;
- Curriculum Vitae extraído da Plataforma Lattes no endereço eletrônico <http://lattes.cnpq.br>;
- Carta de Aceitação ou correspondência trocada com o possível supervisor no exterior;
- Histórico Escolar do curso de doutorado;
- Currículo do possível co-orientador no exterior;
- Plano de trabalho aprovado pelo orientador brasileiro e co-orientador no exterior, constando o cronograma das atividades;
- Cópia digitalizada da identidade (RG) ou de outro documento que comprove a nacionalidade brasileira. Em casos de estrangeiros, cópia do visto permanente de residência no país.

As inscrições estão disponíveis em fluxo contínuo, devendo ser realizadas com antecedência mínima de três meses do início das atividades no exterior, tendo em vista os prazos para obtenção de vistos e demais providências, de responsabilidade do candidato.

Doutorado Pleno

A modalidade de Doutorado Pleno no Exterior inserido no Programa CsF visa oferecer bolsas como alternativa de formação em período integral no exterior, configurando-se como investimento complementar às possibilidades ofertadas pelo conjunto dos programas de pós-graduação no Brasil. Vale ressaltar que esta modalidade de bolsa esteve limitada pelas agências de fomento na década de 2000. Com este incentivo do Programa CsF, espera-se que uma nova geração de doutores com formação mais atualizada deverá impulsionar as pesquisas no Brasil e abrir novas oportunidades de contatos com as instituições estrangeiras de reconhecimento internacional.

Para solicitar uma bolsa de Doutorado Pleno, o candidato deve anexar à sua inscrição a Carta de Aceitação ou correspondência trocada com o possível orientador estrangeiro, obtida por contato prévio com os parceiros do Programa CsF no país de destino ou por

contato direto com a instituição em que deseja estudar.

Para bolsas de Doutorado Pleno nos Estados Unidos da América, o candidato deve atender também às orientações disponíveis no sítio da LASPSU que fará a colocação do estudante em uma universidade norte-americana, e também às normas descritas nas Orientações para candidatura nesta modalidade.

De posse da Carta de Aceite ou manifestação de interesse do possível orientador no exterior o candidato deve se inscrever por meio do *link* que leva ao Formulário de Inscrição *On-line* do Programa, verificando se o projeto se enquadra nas áreas prioritárias do Programa CsF; caso contrário, o candidato deverá submeter seu projeto às chamadas regulares da CAPES ou do CNPq. As áreas de conhecimento não contempladas são também apresentadas no formulário de inscrição, considerando propostas voltadas a produtos e processos de inovação tecnológica.

A bolsa de doutorado pleno no exterior não se destina a candidato que seja aluno regular de curso de doutorado no Brasil ou que já possua o título de doutor.

Pós-Doutorado

Para solicitar uma bolsa nesta modalidade, o candidato pode submeter sua inscrição de duas formas: contato por meio dos parceiros do Programa CsF no país de destino ou contato direto de forma individual com a instituição de sua escolha em qualquer parte do mundo.

O Programa de Pós-Doutorado no Exterior é uma atividade de desenvolvimento de recursos humanos que se destina à realização de estudos avançados que sejam posteriores à obtenção do título de Doutor pelo pleiteante. O programa concede bolsas de estudos a fim de complementar as possibilidades ofertadas pelo conjunto dos programas de pós-graduação no Brasil, atuando como forma opcional para a carreira de docentes e pesquisadores, para complementar a

formação com desenvolvimento de projetos conjuntos e em parceria com instituições de excelência no exterior.

As inscrições no Programa para bolsa de pós-doutorado ocorrem em fluxo contínuo, sendo de responsabilidade do próprio candidato sua inscrição. O Programa não prevê e nem permite pagamento de taxas de bancadas e/ou taxas escolares.

Modalidades de Bolsas no País

Atração de Cientistas para o Brasil

O Programa CsF tem incentivado a atração de cientistas renomados e líderes de grupos de pesquisa no exterior para o Brasil por meio da oferta da bolsa **Pesquisador Visitante Especial** e auxílio à pesquisa. Nesta modalidade podem, também, ser solicitadas bolsas de Doutorado Sanduíche no Exterior e bolsa de Pós-Doutorado no Brasil. A inscrição deve ser feita pelo pesquisador colaborador no Brasil.

Pesquisador Visitante Especial

O candidato nesta modalidade deverá ser um Pesquisador com liderança internacional que se disponha a vir ao Brasil por pelo menos um mês a cada ano por, durante no mínimo três anos. O projeto a ser desenvolvido deverá ter duração de 2 (dois) a 3 (três) anos, sendo que o bolsista terá de vir ao Brasil por no mínimo 30 dias e máximo 90 dias por ano de projeto, em estadias contínuas ou não, sendo que a mensalidade será paga por cada 30 dias da visita do pesquisador.

Atração de Jovens Talentos: Programa quer atrair jovens cientistas ao Brasil, principalmente brasileiros repatriados, por meio da concessão da **bolsa Atração de Jovens Talentos** e auxílio à pesquisa. Nessa modalidade, pode ser solicitada uma cota de bolsa de Iniciação Científica - IC ou Iniciação Tecnológica e Industrial - ITI. A inscrição pode ser feita pelo pesquisador colaborador no

Brasil que acompanhará o bolsista ou pelo próprio candidato à bolsa Atração de Jovens Talentos. Os candidatos à bolsa devem ser jovens pesquisadores residentes no exterior que tenham destacada produção científica e tecnológica. O candidato para esta modalidade deverá atender aos seguintes requisitos:

- Demonstrar atuação altamente relevante em pesquisa nas áreas e temas definidos como prioritários no Programa CsF;
- Assumir o compromisso de desenvolver pesquisa em instituições no País;
- Apresentar proposta a ser desenvolvida pelo período de até 3 anos;
- Possuir destacada produção científica ou tecnológica, qualitativa e quantitativamente.

Estatísticas e Indicadores

Bolsas Concedidas pela CAPES e pelo CNPq, por modalidade e por país, no Programa Ciência sem Fronteiras são encontradas no site <http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf/painel-de-controle>. Este site apresenta os dados consolidados até março de 2013.

Na Figura 1 apresenta-se a situação atual, até março de 2013, do número de bolsas já implementadas no âmbito do Programa CsF (CAPES/CNPq, 2013).

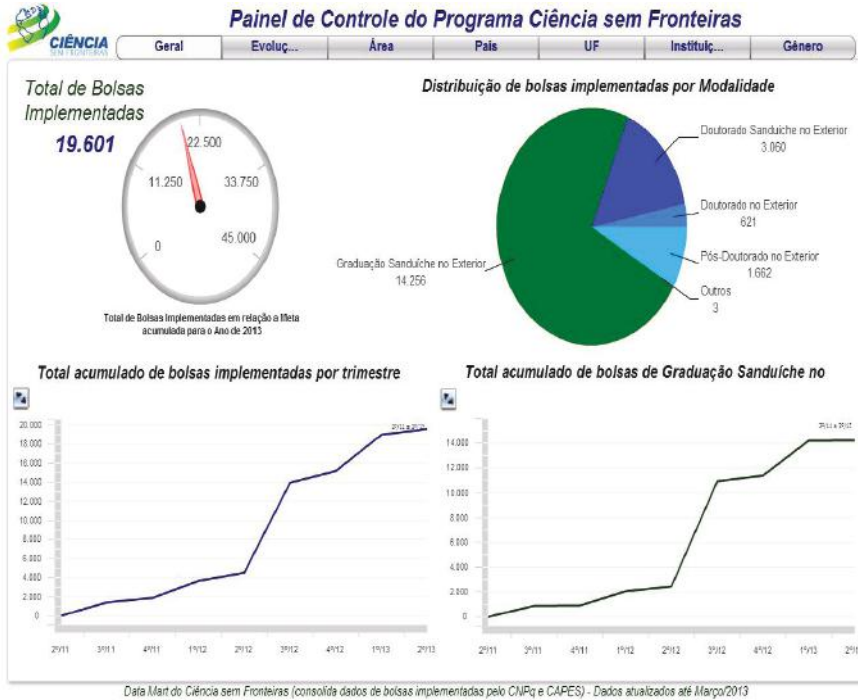


Figura 1. Situação atual das bolsas concedidas no âmbito do Programa CsF.

Constata-se que até fevereiro de 2013 foram implementadas:

- 825 bolsas para doutoramento pleno, sendo que o Reino Unido foi o país com maior número de estudantes recebidos (158);
- 3.738 bolsas para doutorado sanduíche, sendo os Estados Unidos da América o país que mais recebeu os candidatos (1.183);
- 2.342 bolsas de pós-doutorado;
- 15.141 bolsas para graduação sanduíche;
- 600 bolsas de atração de pesquisadores, totalizando 22.646 bolsas já implementadas.

A Tabela 2 apresenta o cronograma global de implementação anual de novas bolsas previstas até o ano de 2014 (CAPES/CNPq, 2013).

Tabela 2. Cronograma global de implementação anual de novas bolsas.

Ano	CNPq			CAPES		
	Novas bolsas por ano	Remanescentes do ano anterior	Bolsistas ativos no ano	Novas bolsas por ano	Remanescentes do ano anterior	Bolsistas ativos no ano
2010			500			5.000
2011	3.890		3.890	3.400	3.237	6.637
2012	6.140	250	6.390	10.200	3.400	13.600
2013	10.230	670	10.900	12.200	2.600	14.800
2014	14.740	1.300	16.040	14.200	5.200	19.400
Total	35.000			40.000		

O orçamento total do programa em suas diversas modalidades é apresentado na Tabela 3 (CAPES/CNPq, 2013).

Tabela 3. Orçamento total do Programa CsF para as diversas modalidades.

	2011*	2012**	2013**	2014**	Total
Doutorado Sanduiche	7.587.328	74.076.672	129.920.000	185.600.000	397.184.000
Doutorado Integral	1.648.282	17.740.800	37.900.800	78.220.800	135.510.682
Pós-Doutorado	11.250.176	75.437.824	57.792.000	96.320.000	240.800.000
Sanduiche na Graduação	17.510.656	132.409.344	134.928.000	179.904.000	464.752.000
Estágio Sênior	353.203	4.485.197	6.048.000	9.072.000	19.958.400
Treinamento de Especialista no Exterior	920.384	5.383.616	6.304.000	9.456.000	22.064.000
Pesquisador Visitante Especial	457.856	4.704.000	9.408.000	15.222.144	29.792.000
Pesquisador Jovem Talento	3.414.064	23.384.000	35.076.000	43.353.936	105.228.000
TOTAL	43.141.949	337.621.453	417.376.800	617.148.880	1.415.289.082

*Considerando os meses de implementação; **Incluindo os remanescentes do ano anterior.

Nas figuras a seguir apresentam-se dados estatísticos adicionais do Programa CsF (Figuras 2 a 5).



Figura 2. Situação atual das bolsas de graduação concedidas, por região.



Figura 3. Situação atual das bolsas de pós-graduação concedidas, por região.

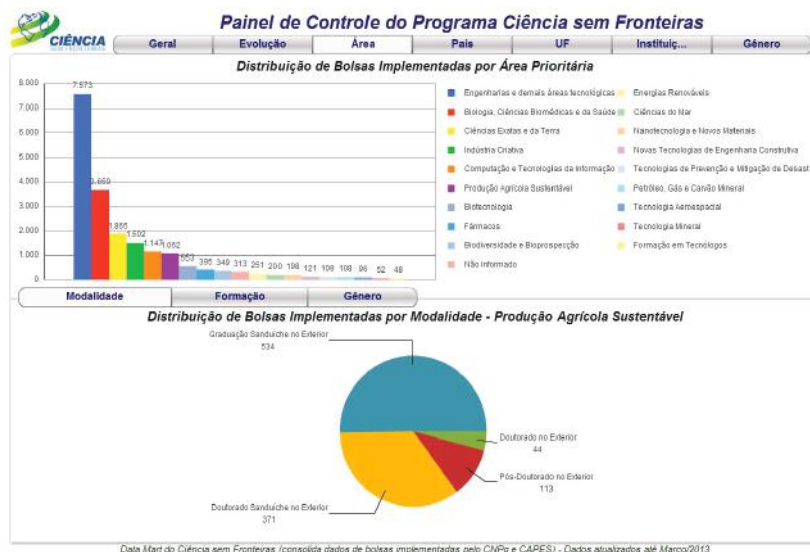


Figura 4. Situação atual das bolsas concedidas, por área prioritária.

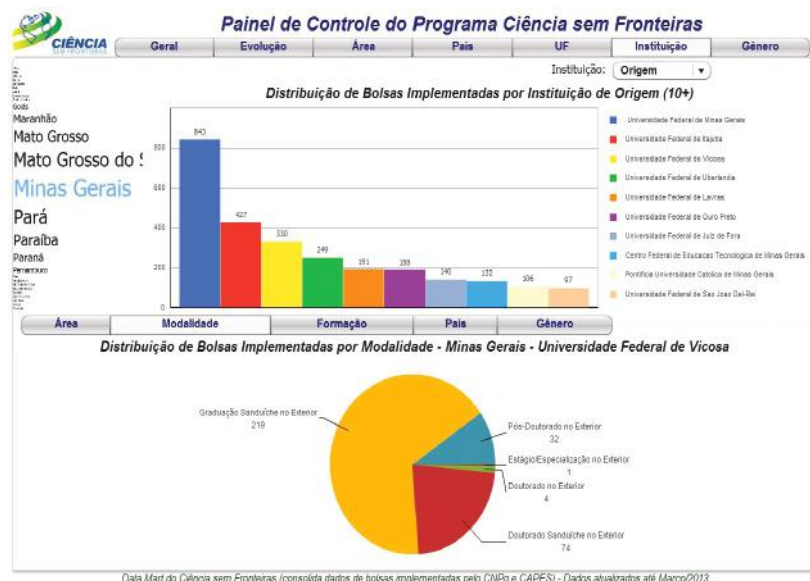


Figura 5. Situação atual das bolsas concedidas para a Universidade Federal de Viçosa.

O projeto Inglês sem Fronteiras

Foi observado que uma grande barreira para que os números de candidatos aptos a participarem dos editais do Programa CsF, atingissem as metas iniciais era o nível e o domínio de língua estrangeira exigidos pelos parceiros internacionais. Em virtude desta constatação, o projeto **Inglês sem Fronteiras (IsF)**, lançado neste ano de 2013, foi elaborado para auxiliar a capacitação linguística dos estudantes brasileiros para o Programa CsF. O projeto visa à preparação dos estudantes de ensino superior, em todos os seus níveis, a um programa de aprimoramento do idioma inglês.

A versão *online* do projeto IsF inicialmente oferecerá dois milhões de senhas de acesso pessoal a estudantes de graduação e pós-graduação matriculados em universidades públicas, bem como para alunos de instituições privadas, desde que estes tenham obtido no mínimo 600 pontos em uma das edições do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) a partir de 2009. O programa oferecerá diferentes tipos de apoio à aprendizagem do idioma inglês. O módulo *online* é realizado por meio da plataforma *My English Online* (MEO), elaborada pelo setor educacional da *National Geographic Learning* em parceria com a *Cengage Learning*.

O programa IsF *online* também permitirá que estudantes de graduação e de pós-graduação desenvolvam o seu nível de proficiência em inglês para, além de permitir sua inserção no Programa CsF, permitir que os mesmos possam realizar publicações, apresentar e discutir seus trabalhos de pesquisa em congressos e seminários em nível internacional.

Avaliação do Programa

Em seus primeiros editais o Programa CsF teve vários problemas de execução por falta de um detalhamento apropriado para cada tipo de bolsa, por cota ou por demanda, e mesmo pelo desconhecimento das exigências impostas pelas instituições de destino para receber os estudantes brasileiros. Somente após reuniões

de avaliação do Programa com os coordenadores institucionais do Programa junto às Instituições de Ensino Superior (IES), a CAPES e o CNPq puderam levantar os problemas existentes de execução do Programa. Com o acatamento das sugestões apresentadas aos responsáveis do programa, as novas chamadas foram aperfeiçoadas, entrando em um regime que atende satisfatoriamente os requisitos estabelecidos pelos órgãos de fomento e as instituições de ensino superior brasileiras.

Este Programa permitirá que as publicações científicas brasileiras apresentem uma melhora na frequência de citações (fatores de impacto) com a participação de autores e colaboradores internacionais. Todas as análises recentes mostram que a internacionalização da produção científica tem um grande efeito sobre o impacto das publicações em termos da utilização das informações publicadas, permitindo maior visibilidade internacional de nossos grupos de pesquisas. Espera-se também que com a mobilidade de doutorandos, doutores e professores visitantes de alto nível permita uma aproximação da pesquisa acadêmica com o setor empresarial, aumentando assim, em longo prazo, a taxa de registros de patentes nos âmbitos nacional e internacional, favorecendo a inovação e contribuindo para o necessário aumento da competitividade de que necessita a indústria e a economia brasileira.

Críticas a respeito do requisito imposto aos candidatos em nível de graduação quanto a terem cursado apenas 20% da carga horária total de seus cursos quando do início da mobilidade graduação sanduiche têm sido levantadas por várias IES, que justificam que para várias áreas do conhecimento esta pequena porcentagem está frequentemente associada à imaturidade de parte dos candidatos, e à falta de visão da formação geral do curso. Todavia, esta porcentagem é adequada para certas carreiras ligadas a Ciências da Saúde, como os cursos de medicina, enfermagem e odontologia, para as quais as instituições receptoras não aceitam as candidaturas de estudantes que estiverem cursando as disciplinas ligadas à parte clínica, permitindo

somente a mobilidade nas disciplinas básicas de formação geral. Seria interessante que a CAPES e o CNPq, em seus próximos editais, alterem esta condição fazendo distinção nas porcentagens para as diversas áreas prioritárias do Programa.

Outro ponto a ser discutido dentro do Programa CsF é a falta de simetria entre as mobilidades *out* e *in*. Pensando no crescimento dos cursos de pós-graduação, os programas das IES deveriam incentivar mais a vinda de pesquisadores visitantes, as cotutelas de teses (dupla titulação) e o doutorado sanduíche. Os pós-doutorados também deveriam ser mais incentivados pelos docentes com vistas à busca de novas áreas e temas de pesquisas conjuntos com as instituições estrangeiras.

A CAPES conseguiu, dentro do programa, expandir e reforçar seus programas que já estavam consolidados, podendo-se citar, como exemplo, o Programa BRAFITEC, que tiveram o número de bolsas graduação sanduíche aumentado a partir de 2012 dentro dos projetos em andamento.

Espera-se que a mobilidade de estudantes prevista neste Programa possa efetivamente complementar sua formação, dando-lhes oportunidades de vivenciar experiências educacionais voltadas para a qualidade, o empreendedorismo, a competitividade e a inovação. Quanto à mobilidade dos docentes e pesquisadores, espera-se promover e aumentar a cooperação técnico-científica com pesquisadores de reconhecida liderança científica residentes no exterior por meio de Programas Bilaterais e Programa para fixação parcial no País.

Conclusões

O Programa CsF vem atingindo seus objetivos em diversos aspectos, permitindo elevar o nível da formação de nossos estudantes e pesquisadores. Os resultados podem ser percebidos ao se constatar que vários estudantes, participantes da graduação sanduíche, estão publicando trabalhos em congressos internacionais e já criaram laços

com os tutores internacionais que demonstraram interesse em recebê-los novamente para a realização de programas de doutorado. Os resultados obtidos pelos nossos estudantes de graduação vêm confirmar que o Programa de Iniciação Científica (IC) é um investimento que deve ser mantido e ampliado, pois preparam de maneira diferenciada os mesmos para enfrentar uma mobilidade internacional com estágios em laboratórios de pesquisa renomados. O Programa permitiu a visibilidade internacional de seus cursos, tanto em nível de graduação, quanto de pós-graduação, a divulgação de suas linhas de pesquisa e o nível de formação realizado pelos mesmos. Em relação aos estudantes do ensino superior e mesmo aos os do ensino médio, gerou-se uma expectativa de se obter uma formação internacional, levando estes estudantes a se dedicarem mais à sua formação, reduzindo o índice de reprovações e evasão dos cursos e a busca de *curricula vitae* diferenciados através de sua participação em atividades ofertadas nas IES. Nota-se também um aumento do número de candidatos/vagas nos processos seletivos de ingresso nas IES dentro das áreas definidas como prioritárias do governo, principalmente para os cursos de engenharia. Este Programa veio para ficar! Melhorias no escopo de suas atividades deverão ser realizadas, mas já se observa que o CsF permitiu e permitirá, a médio e longo prazo, o crescimento científico, tecnológico e inovador para o Brasil.

Referências bibliográficas

CAPES/CNPq. **Ciência sem fronteiras**. Disponível em: <<http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf>>. Acesso em: abr. 2013.

CAPÍTULO 04

Ambiente de inovação em Minas Gerais

Evaldo Ferreira Vilela¹⁰

Introdução

A inovação é estratégica para que uma empresa se torne competitiva no mundo globalizado. Para isso, é preciso que a empresa se integre a um ambiente de competição, com recursos humanos e infraestrutura capazes de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e científico, alinhando-se assim às demandas do mercado bem como às necessidades sociais. Minas Gerais é referência nacional em instituições de ciência e tecnologia, o que possibilita uma forte interação com o setor empresarial. Todavia, instituições e empresas estruturadas e determinadas em inovar por si só não são suficientes, elas devem possuir também forte capacidade de se conectar e adaptar ao desenvolvimento tecnológico e científico. É preciso, então, fortalecer o espírito empreendedor no ambiente acadêmico e empresarial, de modo a promover interações que geram inovações, aplicando o conhecimento científico na produção de novos produtos, processos e serviços capazes de melhorar o bem estar das pessoas.

Reconhecido nacionalmente, o ambiente de inovação em Minas Gerais é propício à inovação tecnológica, pois o Estado, além de possuir excelência em seus profissionais formados, suas instituições de ensino e pesquisa, seus institutos tecnológicos, desenvolve ações que visam difundir e promover para a sociedade a importância da inovação e empreendedorismo para o desenvolvimento do Estado.

¹⁰ Secretário Adjunto, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, evaldo.vilela@tecnologia.mg.gov.br

Para tanto, o Governo de Minas Gerais viabiliza um conjunto de ações que visam promover a inovação e que fazem parte da Superintendência de Inovação Tecnológica da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SECTES), que busca sempre expandir a difusão e geração de inovação tecnológica no Estado, através do fomento e articulação dos diferentes agentes empresariais, governamentais, setor acadêmico e comunidade.

Esse conjunto é composto pelo Sistema Mineiro de Inovação (SIMI), o Programa de Incentivo à Inovação (PII) e ações de apoio às Incubadoras de Base Tecnológica e aos Parques Tecnológicos, que são pontuados a seguir.

Sistema Mineiro de Inovação

Lançado em 2007, por meio do decreto nº 44.418/2006, o Sistema Mineiro de Inovação (SIMI) coordena o ambiente de inovação em Minas Gerais, constituído por instituições de ensino e pesquisa, pelo segmento empresarial e pelo Governo do Estado, trabalhando em prol do desenvolvimento socioeconômico mineiro, e assim, trazendo benefícios para toda a comunidade.

Seu papel é unir demandas e ofertas, através da interação entre o meio empresarial e acadêmico, colaborando, assim, para que sejam gerados, como resultados, pesquisas que tragam impactos socioeconômicos expressivos para o Estado.

Entre suas formas de atuação, há o Seminário Mineiro de Inovação, o SIMINOVE, que possui como objetivo difundir para a comunidade acadêmica noções acerca da importância do conhecimento aplicável, empreendedorismo e inovação. Sua programação, constituída de seis palestras e duas mesas-redondas, é um evento aberto a todos os níveis de graduação, permitindo que a conscientização sobre os benefícios da inovação e empreendedorismo atinja o maior público possível, despertando, nos estudantes, o espírito empreendedor.

A primeira edição do SIMINOVE ocorreu em Viçosa, em setembro de 2012, e contou com mais de 600 (seiscentos) participantes, entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da UFV (Figuras 1 a 3). Especialistas e profissionais de diversas áreas que trabalham diretamente com inovação e tecnologia foram levados à Universidade. Os temas das palestras seguiram duas linhas que se inter-relacionam: a transferência de tecnologia, na parte da manhã, e o empreendedorismo, à tarde. Assim, a parte da manhã foi estruturada para abarcar tanto o ponto de vista do acadêmico que interage com empresas, quanto da empresa que interage com universidades.

Na parte da tarde, o tema referia-se a formas de empreender sua própria tecnologia e, por isso, foram ministradas três palestras, com o intuito de incentivar os estudantes ali presentes a vislumbrar possibilidades nesse sentido.

Desta forma, é possível perceber que a universidade é um ambiente propício para o incentivo ao empreendedorismo e inovação, já que atinge estudantes de todos os níveis de formação, permitindo que a promoção desses instrumentos acompanhe os alunos desde o início de sua vida acadêmica, despertando nos mesmos o anseio por abrir sua própria empresa.

Outra ação realizada pelo Simi é o Encontro de Inovação, que possui como objetivo reunir, presencialmente, pesquisadores e empresários de um mesmo setor econômico para discutirem demandas e ofertas tecnológicas e prospectar parcerias, unindo, assim, empresa e universidade e obtendo, como resultado, a geração de produtos inovadores e transferência tecnológica.

Há dois modelos que podem ser realizados: encontro de demanda e encontro de vitrine. O encontro de demanda permite a articulação entre centros de pesquisa e desenvolvimento (Centros de P&D) de empresas de grande porte e pesquisadores com potencial para desenvolver estudos acerca das demandas tecnológicas dessas corporações, ou seja, desenvolvem-se novas tecnologias a partir das necessidades tecnológicas da empresa, e assim, do mercado.



Figura 1. Mesa de abertura do I Seminário Mineiro de Inovação, realizado em 2012, no Espaço Fernando Sabino, da UFV, em Viçosa.



Figura 2. Início das palestras no I Seminário Mineiro de Inovação.



Figura 3. Equipe do Sistema Mineiro de Inovação.

Como exemplo do Encontro de Demanda, pode-se utilizar a Cemig que realiza anualmente o encontro para divulgar as demandas presentes no Edital Fapemig 15/2012. No ano de 2012, o setor escolhido foi o elétrico. Neste formato, os representantes da Cemig apresentaram suas demandas para uma plateia composta de empresas e pesquisadores (Figura 4).



Figura 4. Encontro de Inovação Cemig, realizado em 2012, na própria Cemig.

O outro modelo, o de vitrine, conta com duas fases: o *workshop* de capacitação e o encontro de inovação em si. O *Workshop* de Capacitação é realizado com o objetivo de preparar os pesquisadores para o momento de interação com empresas, que estarão presentes durante o Encontro de Inovação. Nesse pequeno curso, foram apontados temas referentes ao Sistema Mineiro de Inovação e a forma como o Encontro será executado, além da abordagem das políticas de propriedade intelectual da UFV (Universidade Federal de Viçosa), noções mercadológicas e visão de mercado para a pesquisa, e, por fim, proteção da propriedade intelectual.

Como explicado anteriormente, o *workshop* visa preparar os acadêmicos para o encontro com empresários por meio de palestras. Cada palestra tem duração média de quarenta minutos. Após a apresentação, cada palestrante fica disponível por dez minutos para

que as dúvidas recorrentes sejam sanadas, totalizando assim, cinquenta minutos para cada.

O Encontro de Inovação promove reuniões presenciais entre pesquisadores e empresários de um determinado setor, onde os participantes são estimulados a trocar ideias e experiências, com o objetivo de viabilizar parcerias e a transferência de tecnologias das universidades para as empresas, ou do estabelecimento de parcerias na área da pesquisa acadêmica. Os pesquisadores têm em torno de cinco minutos (apresentação em forma de *pitch* - exposição sumária de, no máximo, cinco minutos para despertar o interesse da outra parte) para apresentar suas tecnologias, focando, principalmente, em pontos como a solução de problemas e o potencial de mercado. Após as apresentações, os empresários são estimulados a interagir individualmente com cada pesquisador para conversar mais detalhadamente sobre a tecnologia e visualizar a possibilidade de parcerias.

O *Workshop* de Capacitação (Figura 5) e o Encontro de Inovação (Figura 6) (modelo de vitrine) formalizam o Programa de Inovação Simi (PIS), concebido a partir da premissa de que é necessário firmar e ampliar o conhecimento da cultura da inovação e empreendedorismo dentro das universidades. Em 2012, houve o piloto do PIS em Viçosa, que contava também com o SIMINOVE, evento que foi separado em 2013, dadas as proporções tomadas, tornando-o um evento em si próprio.



Figura 5. Workshop de Capacitação, realizado no Centev (Centro Tecnológico de Desenvolvimento Regional de Viçosa), em 2012.

O Simi, ao promover a interação entre universidade e empresa, adotando o modelo de tríplex hélice (articulação entre os meios governamental, empresarial e acadêmico), é ponte e estímulo para o meio acadêmico, e para que os âmbitos empresarial e governamental apoiem o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e inovação, colaborando para o desenvolvimento socioeconômico do Estado e, ainda, fortalecendo a imagem de Minas Gerais como promotor da inovação, perante o Brasil.



Figura 6. Abertura do Encontro de Inovação (2012), no mezanino do Espaço Fernando Sabino, com palavra do Superintendente de Inovação Tecnológica da SECTES, José Luciano de Assis Pereira.

O Portal Simi, uma das principais ações do Sistema Mineiro de Inovação, une diversos agentes da inovação. Funciona como uma rede social, em que é possível conectar-se a pessoas, como pesquisadores, empresários e vislumbrar as oportunidades dispostas por eles.

Através da ação é possível cadastrar pesquisas, chamadas ofertas tecnológicas, conectando-as às demandas tecnológicas, normalmente cadastradas por empresas em busca de soluções inovadoras. Dentro desse contexto, visualiza-se o conceito de *open innovation* (inovação aberta), modelo de gestão onde empresas buscam constantemente a integração entre suas ideias, recursos e competências com o fluxo de conhecimento de outras instituições, ou seja, é um combinado de fatores internos e externos à empresa, que dependem da interação e cooperação com outros agentes da inovação.

Nesse sentido, o Simi trabalha para essa interação ao ligar as necessidades das empresas (demandas), ou seja, do mercado, às ofertas de tecnologia dispostas por pesquisadores e instituições de pesquisa (oferta tecnológica). A Plataforma de *open innovation*, desenvolvida pelo Sistema, permite, por exemplo, que uma empresa que não esteja dentro do setor escolhido para um Encontro de Inovação possa buscar pesquisadores cadastrados na rede social que tenham capacidade para suprir suas demandas. No caso inverso, um pesquisador, em posse de certa tecnologia, pode localizar uma empresa em que seu produto possa ser a solução inovadora, possibilitando, a partir desse contato, uma parceria.

Outra ação de grande destaque é o Programa Mineiro de Empreendedorismo na Pós Graduação (PMEPG) que objetiva proporcionar aos mestrandos e doutorandos possibilidade de inserção no ambiente de inovação brasileiro. Trata-se de um torneio em que há contatos com empresas e desafios de negócios. Entende-se que o diferencial desse programa é o fato dele permitir um processo vivencial, a partir da interação entre empresas e pesquisadores participantes.

O foco do Programa é disseminar para as universidades sediadas em Minas Gerais a cultura do empreendedorismo e inovação. Possibilita, assim, fortalecer a capacidade do Estado em gerar inovação aplicada ao mercado, estimulando o conhecimento científico e assim, o desenvolvimento socioeconômico, concomitante às outras ações da Superintendência de Inovação Tecnológica (SINT), em conjunto com a SECTES e FAPEMIG,

Utilizando a metodologia Embate, o PMEPG é composto de cinco etapas. A primeira se faz na divulgação do programa para estudantes de pós-graduação, por meio de palestras ministradas nas universidades instaladas em Minas Gerais. O Embate *Pocket*, segunda etapa, constitui-se em cursos vivenciais de inovação e empreendedorismo que visam estimular no acadêmico o pensamento empreendedor. A terceira fase, Inhotim *Innovation Camp*, conta com

um grande encontro que objetiva estreitar a rede de relacionamento entre os participantes, (estudantes, pesquisadores e empresas). Essa fase ocorre no Inhotim - Instituto de Arte Contemporânea e Jardim Botânico (www.inhotim.org.br), sediado na cidade de Brumadinho/MG. Na quarta etapa, há a apresentação de projetos de cada grupo, que pode ser feita em forma de vídeo ou apresentação em *Power Point*. Por fim, há a Grande Final, evento de premiação dos primeiros cinco grupos colocados, que conta com a participação de um renomado júri, formado por representantes de empresas.

Compreende-se, assim, que o PMEPPG gera diversos benefícios tanto para as universidades e pesquisadores quanto para as empresas. Para os primeiros, insere os acadêmicos no contexto empresarial e mercadológico, permitindo a transformação do conhecimento científico em inovação tecnológica. Desenvolve, assim, nos jovens pesquisadores, o desejo de empreender, colaborando para o processo da inovação. Já para as empresas, há a possibilidade de geração de soluções inovadoras para suas demandas tecnológicas. Além desses pontos possibilita, ainda, o conhecimento em outras pesquisas que podem vir a ser úteis no futuro e a possibilidade de recrutamento e seleção de novos talentos inovadores, colaborando para o desenvolvimento da empresa e melhoria da realidade que a cerca.

Programa de Incentivo à Inovação

Criado em 2006, por meio de parceria entre a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (SECTES), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Minas Gerais (SEBRAE - MG) e o Núcleo de Tecnologia da Qualidade e da Inovação (NTQI), da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, o Programa de Incentivo à Inovação (PII) possui como principais objetivos investigar e apoiar o desenvolvimento de tecnologias acadêmicas inovadoras capazes de gerar novos produtos e/ou processos; tornar viável a transferência de tecnologias acadêmicas para empresas existentes e/ou possibilitar a criação de Empresas

Nascentes de Base Tecnológica (ENBTs); facilitar a integração entre academia e o setor empresarial, elevando a produtividade e a competitividade do mercado; fomentar o crescimento de incubadoras e parques tecnológicos; e, promover o desenvolvimento regional respeitando as vocações locais.

A primeira etapa do PII se faz na abertura de edital interno para submissão de projetos inovadores, seguido da seleção de projetos, de forma a receber apoio técnico para a elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Comercial e de Impacto Ambiental - EVTECIAs. Na terceira etapa, os projetos viáveis receberão apoio técnico para a elaboração de um Plano de Negócios ou um Plano Tecnológico, bem como recursos para o desenvolvimento de protótipos.

Percebe-se, assim, que o programa tem por finalidade estimular projetos de ciência e tecnologia em prol do desenvolvimento econômico regional. Esse estímulo ocorre através dos resultados alcançados pelo PII, tais como os impactos da inovação em micro e pequenas empresas, do fortalecimento dos NITs (Núcleos de Inovação Tecnológica), da promoção da cultura empreendedora nas Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs), e do fortalecimento das incubadoras e parques tecnológicos. Além disso, contribuiu para a integração dos atores municipais, estaduais e federais e ainda gera mudanças na relação universidade/empresa, já que a articulação entre esses atores gera uma aproximação entre as partes.

Incubadoras

A SECTES, em conjunto com a Fapemig, apoia as chamadas Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBTs) desde 2003. Esse apoio iniciou-se na realização de trabalho que visa ampliar o número de incubadoras de empresas, alargando assim a criação e expansão de mecanismos de inovação, e em um momento posterior, a partir de 2007, voltou-se para a modernização e ampliação das incubadoras.

As incubadoras são organismos capazes de criar um ambiente adequado para que novas empresas possam se estruturar, e, por isso, desempenham importante papel no estímulo à criação de micro e pequenas empresas. Incubadoras oferecem condições para que uma empresa se desenvolva, desde o suporte físico até o treinamento gerencial. Como exemplo, podem ser citados: capacitação de seus gestores, assessoria financeira, jurídica, de marketing, além de registro de propriedade intelectual, preparação para editais de licitação, e, ainda, auxílio na viabilização de inovações tecnológicas.

Atualmente, conta-se ainda com o suporte da Rede Mineira de Inovação (RMI), criada para “estimular e apoiar o desenvolvimento do empreendedorismo e da inovação no Estado de Minas Gerais” (retirado do endereço eletrônico da Rede Mineira de Inovação, 2012), que agrega e orienta, atualmente, 24 (vinte e quatro) incubadoras, um (01) centro tecnológico e dois (02) parques tecnológicos.

Entre as incubadoras (Figuras 7 e 8), ressalta-se o trabalho da Incubadora de Empresas de Base Tecnológica - CENTEV, da Universidade Federal de Viçosa – UFV; D. Incubadora de Empresas e Negócios de Design, da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais - ED/UEMG; HABITAT- Incubadora de Empresas da Biominas; e, INCIT - Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Itajubá, uma parceria entre a Prefeitura Municipal e a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Quanto ao centro tecnológico e parques tecnológicos, podem ser citados, respectivamente, o Centro de Inovações CSEM Brasil, o BH-Tec - Parque Tecnológico de Belo Horizonte, o ParCTec- Parque Científico - Tecnológico de Itajubá e o TecnoParq (Parque Tecnológico de Viçosa).

Parques Tecnológicos

Outro trabalho desenvolvido pela Superintendência é o de Parques Tecnológicos. O Programa de Implantação e Consolidação de Parques e Polos Tecnológicos em Minas Gerais (Proparque) foi instituído por meio do Decreto Estadual 42.368/2002. Em 2011, houve

a inauguração do primeiro parque tecnológico de Minas Gerais, em Viçosa, o TecnoParq (Parque Tecnológico de Viçosa) (Figura 9), seguido, em 2012, pelas inaugurações do BHTEC (Parque Tecnológico de Belo Horizonte) (Figura 10), em maio, e o ParCTec- Parque Científico-Tecnológico de Itajubá, em dezembro.



Figura 7. Habitat - Incubadora de Empresas da Biominas, em Belo Horizonte.



Figura 8. Inbatec – Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Lavras.



Figura 9. Parque Tecnológico de Viçosa – Tecnoparq.



Figura 10. Parque Tecnológico de Belo Horizonte – BHTec.

De acordo com a Lei Estadual 17.348, de 2008, um parque tecnológico é definido como “o complexo organizacional de caráter científico e tecnológico, estruturado de forma planejada, concentrada e cooperativa, promotor da cultura da inovação, da competitividade industrial e da capacitação empresarial com vistas ao incremento da geração de riqueza, que agrega EBTs e instituições de pesquisa e desenvolvimento, de natureza pública ou privada, com ou sem vínculo entre si”.

Esses parques agregam Spin-Offs e *Start Ups*. Por *Spin-Offs*, entende-se que são empresas que surgem a partir de outra organização, mas que permanecem pertencentes e administradas por seus geradores. Já por *start up*, compreende-se que é “uma empresa nova, até mesmo embrionária ou, ainda, em fase de constituição, que conta com projetos promissores, ligados à pesquisa e desenvolvimento de ideias inovadoras, que, por ser iniciante, possui alto risco tecnológico e de mercado“ (programa *Start Up* Brasil, 2012).

A construção e gerenciamento dos parques possuem como objetivos imediatos prover serviços de infraestrutura para empresas, ou seja, dispor a estrutura física necessária para uma empresa, com ganhos

de escala. **Ealém** disso, promover a interação entre universidade, empresa e demais agentes da inovação.

Esses objetivos se desdobram em inúmeros impactos que convergem para o desenvolvimento econômico regional. É possível citar o aumento da competitividade das empresas existentes, a atração e retenção de mão-de-obra qualificada, a geração de efeitos de transbordamento, a possibilidade de criação de novas EBTs, a atração de novos investimentos e, por fim, a introdução de novas tecnologias através da transferência tecnológica.

Uma *startup*, por exemplo, que tenha sido desenvolvida por participantes do Programa Mineiro de Empreendedorismo terá a oportunidade de mover-se para um Parque Tecnológico e, assim, desenvolver-se em um ambiente de inovação que tenha contato com o mercado. Ela poderá contar com sua estrutura física, arcando com um valor menor do que seria em outra instalação, corroborando ainda os impactos acima citados, tais como a possibilidade de criação de uma nova EBT. Por ser inovadora, causará a introdução de novas tecnologias que colaborarão para o aumento da competitividade entre empresas e, por fim, ao instalar-se em um parque tecnológico de Minas Gerais, o Estado consegue reter o pesquisador e empreendedor, ou seja, mão de obra qualificada, de extrema importância para o desenvolvimento da região.

Minas Gerais já conta com o BHTec (Parque Tecnológico de Belo Horizonte), o TecnoParq (Parque Tecnológico de Viçosa) e o Parque Tecnológico de Itajubá, e prevê-se que sejam construídos, ainda, mais três parques, o de Uberaba, o de Juiz de Fora e o de Lavras, trazendo para o empreendedor diversas opções de instalação de sua *start up* ou *spin off*.

A Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, por meio da Superintendência de Inovação Tecnológica (SINT) realiza ações que demonstram seu engajamento na promoção da inovação regional, ou seja, o ambiente de inovação em Minas Gerais é constantemente estimulado.

A promoção da cultura do empreendedorismo inicia-se já na base da educação superior, com ações desenvolvidas pelo Sistema Mineiro de Inovação, tais como o SIMINOVE, que possui como público alvo estudantes de graduação, além da interação através da inovação aberta, proporcionada pela rede social SIMI, em que alunos de graduação, pesquisadores e empresários, e outros atores da inovação, podem buscar demandas e ofertas tecnológicas dando, assim, início à parceria. Os encontros de inovação, que também se utilizam da ferramenta da rede social, funcionam como meio de prospecção de parcerias e cooperação técnica, e almejam, como fim, a transferência tecnológica. Além desses encontros, o Programa *Mineiro de Empreendedorismo na Pós-graduação, incentiva a criação de start ups e sua alocação em parques tecnológicos e incubadoras, inter-relacionando seus objetivos aos do PII.*

Assim, o engajamento da SECTES para a promoção da inovação está intimamente relacionado ao desenvolvimento social e econômico, às necessidades do mercado e aos objetivos do Brasil, fortalecendo a imagem de Minas Gerais em âmbitos regional, nacional e internacional.

Referências bibliográficas

USP. **Inovação Aberta**. Agência USP de Inovação. 2013. Disponível em: <<http://www.inovacao.usp.br/portali3/inovacao.php>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

SIMI. **Inovação Aberta**. Sistema Mineiro de Inovação. Disponível em: <<http://www.simi.org.br/o-que-e.gsp>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

ENDEAVOR. **Como Elaborar um Pitch (quase) Perfeito**. Endeavor Brasil. Disponível em: <http://www.endeavor.org.br/endeavor_mag/start-up/ferramentas/como-elaborar-um-pitch-quase-perfeito>. Acesso em: 20 mar. 2013.

USP. **Empresas Nascentes**. Agência USP de Inovação. 2013. Disponível em: <<http://www.inovacao.usp.br/industria/spinoff.php>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

RMI. **Sobre a RMI**. Rede Mineira de Inovação. Disponível em: <<http://www.rmi.org.br/#!/pages/sobre>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

CAPÍTULO 05

Agricultura de Precisão: variabilidade espaço-temporal de atributos do solo e da produtividade das culturas

Marcos Sales Rodrigues¹¹

José Eduardo Corá¹²

Introdução

Os conceitos envolvidos na produção agrícola têm mudado devido à globalização da agricultura, tornando-se um desafio cada vez maior atender as exigências dos mercados internacionais por produtos de melhor qualidade com preços mais competitivos. Adicionalmente, a preocupação com a preservação do ambiente e com as mudanças climáticas tem pressionado o setor agrícola a adotar técnicas de produção que sejam sócio e ambientalmente corretas. Esses fatos fazem com que se tornem imprescindíveis o uso de tecnologias que possibilitem aumento da produtividade das culturas e qualidade dos produtos, com uso racional dos insumos agrícolas, com minimização dos impactos ambientais e com maximização dos lucros para o produtor agrícola. Desta forma, as tecnologias e preceitos preconizados na agricultura de precisão (AP) têm demonstrado que é possível se produzir mais e com maior qualidade.

A AP considera a existência da variabilidade espacial e temporal dos diversos fatores que influenciam a produtividade das culturas no manejo das áreas de produção agrícola, tendo como um

¹¹ Prof. da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, msalesrodrigues@gmail.com.

¹² Prof. Associado do Departamento de Solos da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, cora@fcav.unesp.br

dos mais importantes fatores, o solo. Portanto, para a aplicação dos conceitos da AP, é fundamental o conhecimento da variabilidade espacial e temporal dos atributos do solo. Os solos variam ao longo da paisagem em decorrência da intensidade de seus fatores e processos de formação, assim como do manejo e práticas agrícolas adotadas. Assim, os atributos do solo não variam ao acaso, mas de acordo com uma intrínseca dependência espacial, o que dificulta estabelecer relação de causa/efeito com a produtividade das culturas, quando não se conhece a variabilidade espaço/temporal dos fatores de produção. Como os solos, a produtividade das culturas também varia no espaço e tempo.

As tecnologias disponíveis para avaliação da variabilidade espacial de atributos do solo e da planta ainda necessitam ser melhoradas para facilitar o estabelecimento das relações de causa/efeito entre esses dois fatores de produção.

Na atualidade, a intensidade amostral utilizada para se avaliar a variabilidade espacial dos atributos do solo é muito inferior quando comparada àquela utilizada para avaliar a variabilidade espacial da produtividade das culturas. Isto porque os sensores de produtividade, presentes nas colhedoras, permitem a aquisição de maior número de dados da produtividade por hectare, ou seja, de 500 a 1300 pontos amostrais por hectare, dependendo do equipamento e velocidade de deslocamento da colhedora. Enquanto que a amostragem para avaliação dos padrões de distribuição espacial da variabilidade de atributos do solo ainda é realizada com muito menor intensidade, como por exemplo, uma amostra a cada 5 a 25 ha. Como consequência, observa-se baixa correlação entre mapas de padrões de distribuição espacial da variabilidade dos atributos do solo e da produtividade das culturas, dificultando a interpretação dos resultados e estabelecimento das relações de causa/efeito.

Baseado nestes fatos, sensores que possibilitam maior intensidade amostral para atributos do solo (aquisição de maior número de dados no tempo e no espaço) têm sido desenvolvidos, permitindo

maior acurácia dos mapas de padrões de distribuição espacial da variabilidade de atributos do solo e maior correlação entre os atributos do solo e a produtividade das culturas, facilitando o estabelecimento das relações de causa/efeito entre esses fatores de produção. Como exemplo, sensor para medição de resistência do solo a penetração, pH do solo e de condutividade elétrica. O objetivo dos autores nesse trabalho foi apresentar conceitos preconizados pela AP e tecnologias disponíveis, considerando as dificuldades encontradas para adoção da AP, no que se refere a dificuldade de estabelecimentos das relações de causa/efeito entre os padrões de distribuição espacial e temporal da variabilidade dos atributos do solo e da produtividade das culturas.

Desafios para aplicação da Agricultura de Precisão

A adoção dos conceitos de AP foi possível pelo desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao processamento de dados, posicionamento espacial por satélite ('Global Navigation Satellite System' - GNSS) e sensores para aquisição de dados referentes aos fatores de produção. Inicialmente, grande esforço foi dispensado no desenvolvimento de sensores que permitem aquisição de dados de produtividade das culturas no tempo e espaço, principalmente, para culturas de grãos. O empenho das empresas de máquinas agrícolas proporcionou o desenvolvimento de equipamentos que permitem coletar grande quantidade de dados. Como exemplo, para a confecção de mapas de padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas. Com esses equipamentos, é possível registrar/coletar dados com intervalos de tempos bastante pequenos (de 1 a 3 segundos) e, dependendo do equipamento utilizado, registrar dados de 500 a 1300 pontos ha⁻¹. O que significa que cada ponto representa a produção de uma área que pode variar entre 8 a 25 m² (MOLIN, 2002).

Devido ao desenvolvimento desses sensores, a obtenção de mapas de padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas se tornou de uma fase de fácil execução dentre aquelas exigidas na adoção da AP (BAZZI et al., 2008). Desta forma,

esses mapas se tornaram uma ferramenta moderna para gerenciar a variabilidade espacial e temporal de lavouras comerciais (MILANI et al., 2006). No entanto, o uso correto das informações possíveis de serem obtidas nos mapas ainda passa por questionamentos como, por exemplo: 1) como utilizar efetivamente os dados espaciais e temporais para tomada de decisão com relação ao manejo das culturas; e 2) como associar os dados de produtividade das culturas com os fatores limitantes da produtividade. Baseado nessas duas questões verifica-se que o conhecimento dos padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas e dos fatores de produção ao longo do tempo (variabilidade temporal) é fator crítico para adoção da AP (MCBRATNEY et al., 2005).

Desta forma, dois importantes aspectos devem ser considerados para adoção de maneira adequada da AP: o primeiro está relacionado com a intensidade amostral dos atributos do solo e das culturas. O segundo, com as ferramentas que permitem avaliar a relação solo-planta no espaço e no tempo.

Intensidade amostral da produtividade e dos atributos do solo

Como mencionado no tópico anterior, os mapas de padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas pode ser obtidos com acurácia, utilizando-se sensores instalados nas colhedoras. Contudo, as informações obtidas com esses mapas não são suficientes para entender as causas de variabilidade espacial das culturas e estabelecer relações de causa/efeito, visando tomada de decisões quanto ao manejo do solo e das culturas.

O conhecimento dos padrões de distribuição espacial de atributos do solo e da planta contribui para o planejamento das lavouras comerciais e a locação de experimentos científicos (REICHERT et al., 2008). Porém, o que se tem observado, na prática, é que, geralmente, os mapas de padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas não apresentam boa correlação com os mapas de padrões de

distribuição espacial dos atributos do solo, elaborados com a utilização de técnicas preconizadas pela AP (SANTOS et al., 2006; KITAMURA et al., 2007; DURIGON et al., 2009; ROSA FILHO et al., 2009).

A baixa correlação entre mapas de padrões de distribuição espacial de atributos do solo e de produtividade das culturas está relacionada com a diferença na intensidade amostral comumente utilizada para esses fatores de produção. Mesmo amostragens consideradas intensas, como uma amostra por hectare, não têm se mostrado eficientes na obtenção de mapas de padrões de distribuição espacial de atributos do solo que permitam a aplicação de fertilizantes e corretivos à taxa variável com a acurácia necessária (MUELLER et al., 2001; ADAMCHUK et al., 2007), além de não apresentarem boa correlação com a produtividade das culturas.

Entretanto, Rodrigues et al. (2012), estudando as relações de causa/efeito entre produtividade de milho e atributos do solo, observaram alta correlação entre a distribuição espacial de atributos do solo e da produtividade de milho, quando a intensidade amostral utilizada foi a mesma para ambos os fatores. Os resultados dos autores demonstram que há alta correlação entre produtividade das culturas e atributos do solo, quando avaliados em similar intensidade amostral. Contudo, é sabido que a amostragem de solo intensa, na maioria das vezes se torna inexecutável e inviável economicamente. Portanto, verifica-se a necessidade de estudos visando alternativas para que os padrões de distribuição espacial de atributos dos solos e da produtividade das culturas sejam obtidos com a mesma intensidade amostral. Uma das alternativas é o desenvolvimento de sensores que permitam aquisição de grande número de dados de atributos do no tempo e espaço.

Análise da variabilidade espaço-temporal

O padrão de distribuição espacial da produtividade das culturas pode sofrer alterações de ano para ano em decorrência da dominância dos fatores que influenciam a variabilidade da produtividade das

culturas, como as condições climatológicas. Esse fato indica, portanto, que as relações entre produtividade das culturas e atributos do solo podem sofrer alterações de ano para ano (DIKER et al., 2004). Dessa maneira, estudos que objetivam o manejo específico de lavouras devem levar em consideração, tanto a variabilidade espacial como a variabilidade temporal dos fatores que influenciam a produtividade das culturas, assim como a influência de fatores climáticos que comumente mudam de ano para ano.

Um dos métodos mais utilizados para descrever o relacionamento entre produtividade das culturas e atributos do solo são os modelos de regressão. Eles consistem, basicamente, de técnicas que modelam e analisam o relacionamento entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes. Algumas suposições estatísticas devem ser levadas em conta para o uso de modelos de regressão, como distribuição normal e independência dos erros; linearidade; ausência de colinearidade; confiabilidade das medidas; e homocedasticidade da variância (OSBORNE & WATERS, 2002). Porém, a produtividade das culturas apresenta variabilidade espacial e temporal, portanto, modelos de regressão linear que fazem uso do método de estimação dos mínimos quadrados ordinários podem não ser eficientes para estimar a produtividade das culturas.

Rodrigues (2013) avaliou se os modelos estatísticos, que levam em consideração a heteroscedasticidade da variância e a autocorrelação espaço-temporal, são superiores ao método dos mínimos quadrados (OLS) para avaliar a relação entre a produtividade de milho e os atributos do solo. O autor utilizou-se de um banco de dados de produtividade de milho e atributos físicos e químicos do solo obtidos em seis anos agrícolas entre os anos de 2001 a 2010. Para estimar a produtividade de milho foram utilizados quatro modelos: mínimos quadrados ordinários (OLS); mínimos quadrados generalizados assumindo heteroscedasticidade (GLS_{he}); modelo espacial e temporal, assumindo homocedasticidade (GLS_{sp}); e modelo espacial e temporal, assumindo heteroscedasticidade (GLS_{he-sp}).

O autor verificou, por meio das análises de validação cruzada, que o melhor modelo foi o GLS_{he-sp} , pois apresentou ausência de viés (CV_1), acurácia (CV_2) e precisão (CV_3) da predição (Tabela 1). Adicionalmente, os resultados obtidos para o GLS_{he-sp} foram considerados altamente satisfatórios, já que o CV_1 foi zero (até a quarta casa decimal), o CV_2 foi próximo de 1 (0,92), e o CV_3 foi menor valor entre os modelos. Os resultados demonstram que o modelo espacial e temporal que levou em consideração a heteroscedasticidade da variância apresentou resultados mais confiáveis para prever a produtividade de milho, quando comparado aos demais modelos. No trabalho, Rodrigues (2013) ainda observou que a acidez do solo, avaliada pelos valores de pH do solo, foi o fator que mais influenciou a produtividade de milho de ano para ano. Importante salientar, que os resultados encontrados, não se aplicam somente para atributos de solo.

Tabela 1. Validação cruzada dos modelos mínimos quadrados ordinários (OLS), mínimos quadrados generalizados assumindo heteroscedasticidade (GLS_{he}), modelo espacial e temporal assumindo homocedasticidade (GLS_{sp}) e modelo espacial e temporal assumindo heteroscedasticidade (GLS_{he-sp}) utilizados para avaliar o impacto dos atributos do solo e dos anos agrícolas na produtividade de milho.

Modelo	CV_1 (-)	CV_2 (-)	CV_3 (Mg ha ⁻¹)
OLS	-0,1295	53,76	0,559
GLS_{he}	-0,0348	55,62	0,559
GLS_{sp}	-0,0093	0,91	0,538
GLS_{he-sp}	0,0000	0,92	0,489

CV_1 = ausência de viés na predição; CV_2 = acurácia do erro de predição médio quadrático; CV_3 = bondade da predição.

Sensor de pH do solo

Em 2003, um sensor que mede em tempo real o pH do solo, Veris MSP® (VERIS-TECHNOLOGIES, 2010), foi lançado comercialmente nos EUA e tem sido largamente utilizado em áreas de produção agrícola. O pode ser operado a 8 km h⁻¹, resultando na determinação do pH de uma amostra coletada a cada 20 m, em intervalo de tempo de 10 s, resultando em 20 determinações (amostras) por hectare, aproximadamente (ADAMCHUK et al., 2007). Contudo, a velocidade de operação pode ser alterada nas configurações do sistema, resultando em maior número de determinações por área. Nas figuras 1 e 2 podem ser visualizados os principais componentes do sensor, assim como alguns acessórios necessários para seu funcionamento.

O sensor faz uso de dois eletrodos de antimônio que medem o pH de amostras de solo que são coletadas no campo em tempo real. Estudos preliminares, como os realizados por Adamchuk et al. (1999) em laboratório, demonstraram alta correlação ($r^2 = 0.92$) entre os valores de pH, obtidos pelos eletrodos de antimônio e aqueles obtidos pela análise padrão.

Rodrigues (2013), trabalhando em áreas de produção agrícola, com diferentes solos no estado de Kentucky, EUA, observou alta correlação entre valores de pH do solo, obtidas com o sensor e valores obtidos em laboratório e com solução tampão SMP (Buffer pH) (Figura 3). A solução tampão SMP, que faz referência à acidez potencial do solo é largamente utilizada nos EUA para recomendação de necessidade de calagem. No Brasil, este método é utilizado oficialmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A alta correlação observada entre o pH do solo e pH em SMP (buffer pH), obtidas em laboratório e àquelas obtidas pelo sensor de pH, indicam que os valores de pH obtidos pelo sensor podem ser utilizados para cálculos de recomendação da necessidade de calagem.

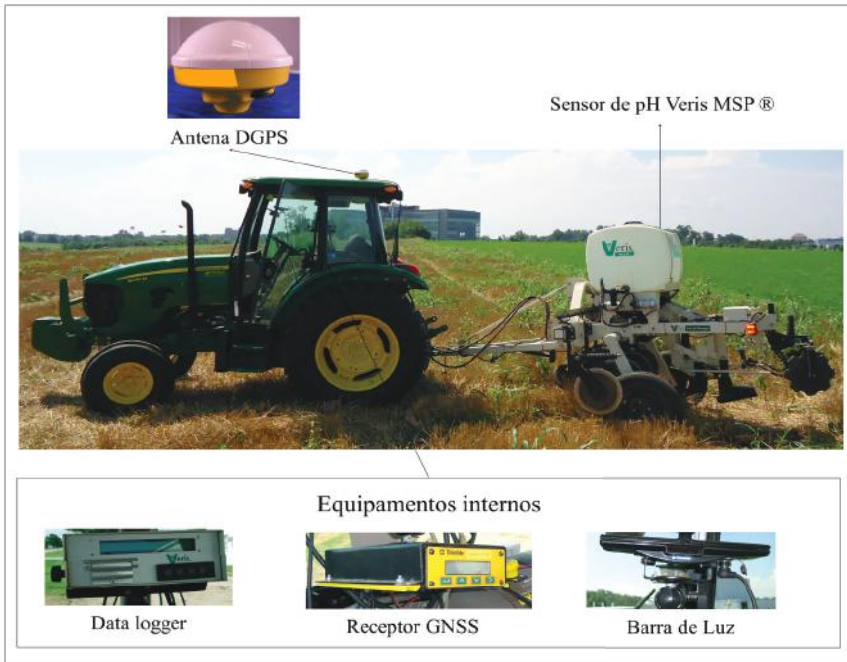


Figura 1. Visão geral do sensor de pH Veris MSP (‘Mobile Sensor Platform’)® acoplado a um trator e os componentes existentes na cabine do trator, tais como: um ‘data logger’, para o processamento e armazenamento das medições dos eletrodos; um receptor GNSS (‘Global Navigation Satellite System’) para georreferenciamento; e um sistema de guia por barra de luz para direcionar o operador nas linhas de amostragem.

Ainda no trabalho desenvolvido por Rodrigues (2013), krigagem, inverso do quadrado da distância, interpolação polinomial local e funções de base radial foram utilizados para interpolação dos dados. O autor verificou que o método de interpolação não afetou, consideravelmente, a qualidade dos mapas de padrão de distribuição espacial dos valores de pH do solo. Os valores dos coeficientes de determinação entre valores preditos versus valores medidos, o viés

e o erro médio quadrático foram semelhantes entre os métodos de interpolação estudados. Contudo, mapas obtidos por meio de krigagem apresentaram qualidade pouco superior aos demais métodos de interpolação avaliados.

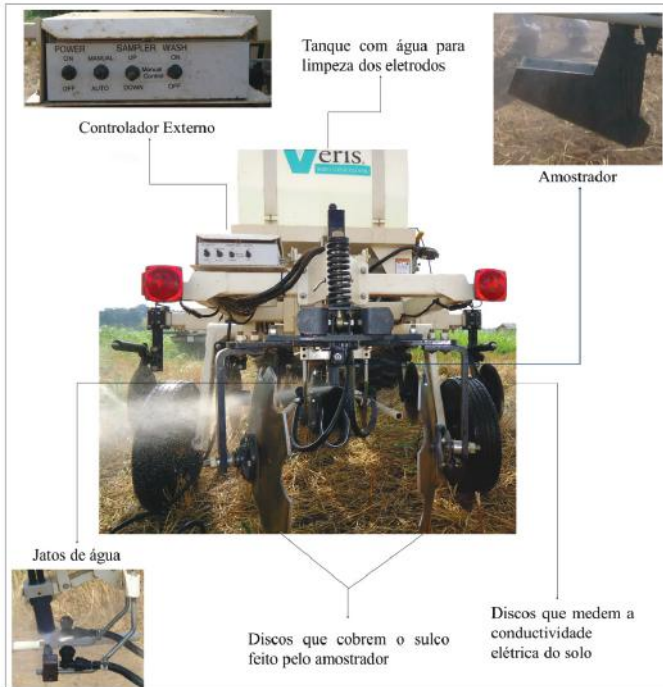


Figura 2. Principais componentes do sensor de pH em tempo real Veris MSP (‘Mobile Sensor Platform’)®.

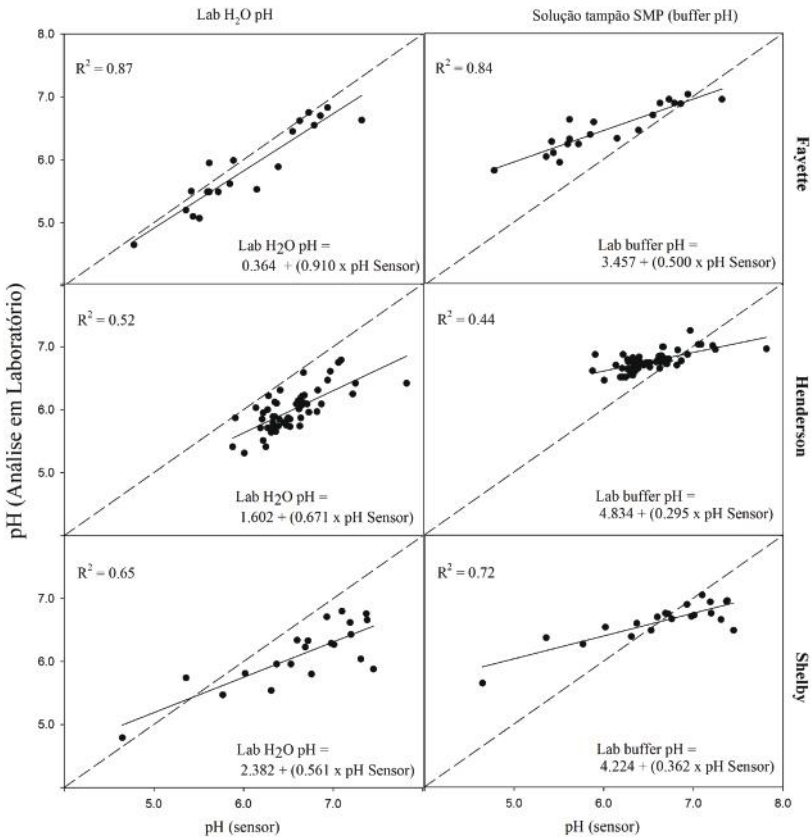


Figura 3. Correlação entre medidas obtidas pelo sensor de pH Veris (MSP)[®] e as medidas em laboratório de pH em água e solução tampão SMP (‘buffer pH’) em três campos de produção agrícola no Estado de Kentucky, EUA. Fonte: Rodrigues (2013).

Rodrigues (2013) observou erros de interpolação maiores que o desejado, o que fez o autor propor um método para correção dos erros. O método consistiu em ajustar valores estimados pela interpolação e valores medidos a uma linha 1:1, para isso utilizando banco de dados

de calibração, o qual foi constituído de valores de pH, obtidos com o sensor e em laboratório, para a calibração do sensor. Os mapas de padrões de distribuição espacial dos valores de pH, obtidos com o sensor e da necessidade de calagem com e sem a correção dos erros de interpolação, para as diferentes áreas estudadas por Rodrigues (2013), estão apresentados na Figura 4.

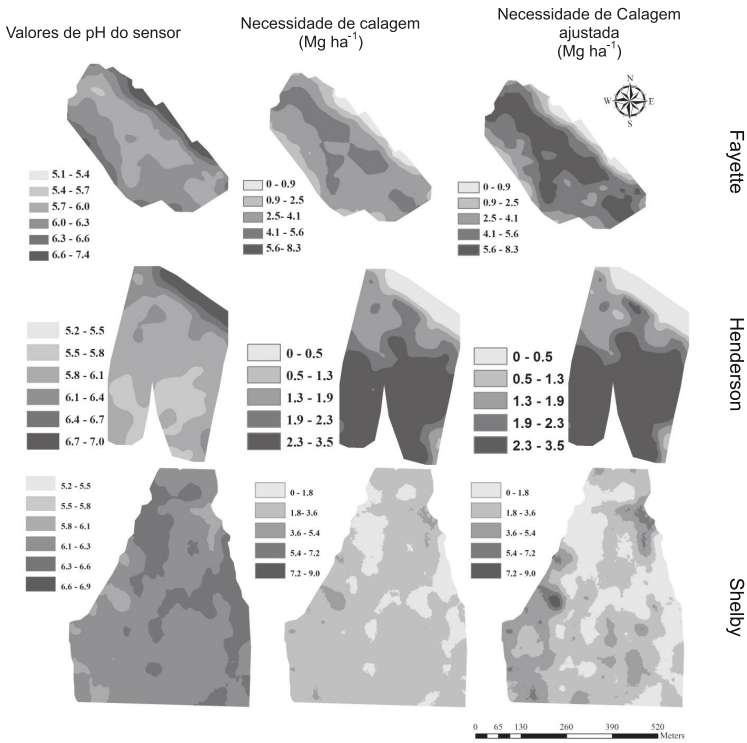


Figura 4. Mapas de padrões de distribuição espacial de valores de pH do solo obtidos com o sensor Veris (MSP)[®] interpolados pelo método da Krigagem, mapas de recomendação de calagem e mapas de recomendação de calagem ajustados com o banco de dados de calibração. Fonte: Rodrigues (2013).

Baseado nos resultados obtidos por Rodrigues (2013), o sensor se mostrou eficaz para ser utilizado na elaboração de mapas de padrões de distribuição espacial de valores de pH e, como consequência, da necessidade de calagem, possibilitando manejo da acidez do solo em áreas específicas com acurácia.

Zonas homogêneas de manejo

A principal função do estudo da variabilidade dos atributos do solo e da produtividade das culturas está relacionada à definição de zonas homogêneas de manejo (CORÁ et al., 2004), para, principalmente, aplicação de fertilizantes e corretivos a taxas variáveis (CORÁ & BERALDO, 2006). Zona de manejo em uma determinada área de produção agrícola é a expressão de uma sub-região da área maior que é relativamente mais homogênea, evidenciada pela expressão de dados de produtividade das culturas e seus fatores limitantes (VRINDTS et al., 2005; Li et al., 2007).

Devido à relativa facilidade na obtenção de mapas de padrões de distribuição espacial da produtividade da cultura, por meio dos sensores instalados nas colhedoras, alguns autores tem estudado a possibilidade de definir zonas de manejo (MOLIN, 2002; MILANI et al., 2006; AMADO et al., 2007), baseado no potencial produtivo de cada região da lavoura, utilizando-se dos mapas de produtividade. Contudo, a análise do mapa em um único ano agrícola, não é suficiente para afirmar que as zonas de baixa ou de alta produtividade são estáveis ao longo dos anos. Desta maneira, é necessário obter sequências de mapas de produtividade, formando-se um histórico de dados da produtividade de determinada área de produção.

Ao observar os mapas de distribuição espacial de produtividade de diferentes culturas e por vários anos agrícolas é possível contemplar os padrões de distribuição da variabilidade espacial e temporal (BLACKMORE et al., 2003). Para se conhecer os padrões de distribuição espacial da variabilidade da produtividade, alguns autores sugerem avaliação do histórico de pelo menos três anos de

mapeamento da produtividade das culturas (SANTI, 2007). Molin (2002) afirma que quanto maior o número de mapas de distribuição espacial de produtividade ao longo das safras, melhor a qualidade da informação e melhor a medição da variabilidade temporal.

Ao estudar a variabilidade espacial e temporal da produtividade das culturas durante seis cultivos, Amado et al. (2007) observaram que a produtividade da soja, do milho e do trigo apresentaram variabilidade com continuidade espacial, correlacionando-se entre si, ao longo dos anos. Guedes Filho et al. (2010a), ao estudar a variabilidade espacial e temporal de produtividade de diversas culturas em um sistema de rotação em 23 anos de avaliação, verificaram que com mapas de padrões de distribuição espacial dos anos de 2002 a 2007, foi possível definir uma zona de alta resposta da cultura na área de estudo.

Já Milani et al. (2006), verificaram que, de forma geral, os mapas de distribuição espacial de produtividade apresentaram padrões pouco semelhantes quanto à distribuição na área de estudo, ao longo dos cinco anos de avaliação, confirmando a existência de variabilidade temporal da produtividade. Blackmore et al. (2003) ao avaliar mapas de padrões de distribuição espacial de produtividade de seis anos, observaram variabilidade espacial aleatória da produtividade nas áreas de estudo, indicando que as variações climáticas entre os anos afetaram a variabilidade da produtividade.

Resultados divergentes em estudos visando definição de zonas de manejo, levando em consideração os padrões de distribuição espacial da produtividade das culturas, se devem, provavelmente, ao fato de que as condições climáticas variam de ano para ano. Amado et al. (2007), verificaram que em anos de déficit hídrico, ocorreu aumento da variabilidade da produtividade. Concordando com esses resultados, Guedes Filho et al. (2010a), observaram que a variabilidade da produtividade das culturas ao longo de 23 anos, foi mais alta nos anos com déficit hídrico e/ou com distribuição pluviométrica irregular.

Os mapas de padrões de distribuição espacial definem a variabilidade espacial da produtividade de uma cultura no campo,

mas não explicam a variabilidade observada (COELHO, 2003). Ou seja, é possível definir zonas homogêneas de manejo pela informação de regiões de baixa ou alta produtividade da cultura. Contudo, essas informações não são suficientes para se conhecer as relações de causa/efeito responsáveis pela formação daquelas zonas homogêneas. Esse fato demonstra a necessidade de se conhecer os fatores causadores da variabilidade da produtividade.

Alguns estudos (GUEDES FILHO et al., 2010b; DIACONO et al., 2012) utilizaram correlação entre dados temporais da produtividade das culturas e atributos do solo para definir zonas homogêneas de manejo. Esses estudos consideraram somente a variabilidade temporal da produtividade. Porém, a dominância dos fatores que influenciam o padrão espacial da produtividade das culturas pode variar de ano para ano, devido à variação sazonal do tempo (DIKER et al., 2004). Para confirmar esta hipótese, Rodrigues (2013) desenvolveu um trabalho com cinco anos de dados de produtividade de milho e atributos do solo. Os dados foram ajustados em modelos de semivariogramas. Posteriormente, foram elaborados mapas de padrões de distribuição espacial, utilizando krigagem como método de interpolação e, finalmente, o autor utilizou algoritmo de agrupamento fuzzy c-means para agrupar e definir zonas homogêneas de manejo. Os resultados demonstraram que a saturação por bases do solo (V) foi o atributo que melhor se relacionou com a produtividade de milho em todos os anos estudados (Figura 5). Para comparar os mapas de padrões de distribuição espacial de V com aqueles de produtividade de milho, foram definidas zonas de manejo classificadas como alto, médio e baixo valores de produtividade de milho e V. O número de células que coincidiam entre os mapas em cada ano, foi dividido pelo número total de células do mapa, obtendo, assim, o grau de similaridade entre os mapas de padrões de distribuição espacial de produtividade e valores de V.

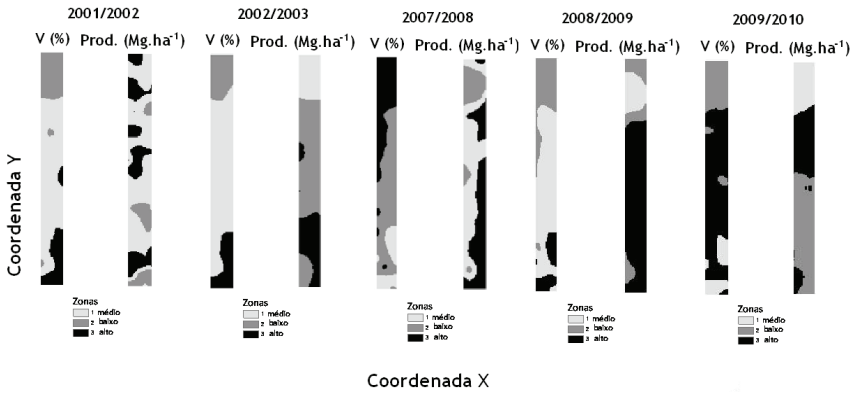


Figura 5. Mapas de zonas de manejo utilizando algoritmo de agrupamento fuzzy c-means da saturação por bases (V) e produtividade de milho (Prod.) em cinco anos agrícolas em um Latossolo Vermelho distroférrico. *baixo= valores baixos; médio = valores médios; alto = valores altos de V e produtividade de milho.

O grau de dependência espacial (similaridade entre os mapas) entre as zonas de manejo para V e produtividade de milho foi diferente de ano para ano (Tabela 2). Portanto, confirmando a hipótese de que é de fundamental importância levar em consideração a variabilidade temporal da produtividade das culturas e dos atributos do solo para obter zonas de manejo com maior acurácia.

Considerações finais

Com toda tecnologia disponível para, de fato, se aplicar os conceitos de agricultura de precisão, ainda são necessário estudos em aspectos importantes para que as expectativas de quem a adota sejam alcançadas com custos compatíveis com a produção.

Tabela 2. Grau de similaridade entre os mapas de padrões de distribuição espacial para saturação por bases do solo (BS) e a produtividade de milho em cinco anos agrícolas.

Mapas de V vs. Mapas de produtividade de milho	Grau de similaridade
2001/2002	0.22
2002/2003	0.81
2007/2008	0.55
2008/2009	0.32
2009/2010	0.59

Os sensores de produtividades estão bem desenvolvidos e sendo utilizados em grande escala, principalmente, para culturas de grãos. Contudo, ainda se mostram com elevado custo e, portanto, acessíveis para parcela ainda pequena de produtores. Sensores de produtividade para importantes culturas como cana-de-açúcar, algodão, citros, perenes em geral, ainda necessitam de estudos para alcançarem eficiência e eficácia.

Baixa correlação em mapas de padrões distribuição espacial de atributos do solo e da produtividade das culturas são frequentemente observados. Isso, principalmente, em decorrência da diferença da intensidade amostral adotada para os atributos do solo, que é muito menor, comparativamente aquela proporcionada pelos sensores acoplados às colhedoras.

Zonas homogêneas de manejo são definidas por meio da elaboração de mapas de padrões de distribuição espacial dos fatores de produção, entre eles atributos de solo e da produtividade das culturas. Entretanto, as zonas de manejo podem sofrer variações no espaço e no tempo, o que torna um fator complicador para a adoção dos conceitos de agricultura de precisão.

Dessa maneira, é necessário que as zonas de manejo sejam definidas a partir de acurados mapas de padrão de distribuição espacial

dos fatores de produção. Para isso, a intensidade amostral deve ser compatível com o atributo avaliado, a análise geoestatística deve ser adequada, assim como o método de interpolação dos dados. E, ainda, os mapas devem expressar a variabilidade temporal dos fatores de produção.

Mapas de padrões de distribuição espacial de atributos do solo, compatíveis com aqueles de produtividade das culturas somente serão obtidos com auxílio de sensores, os quais permitem coleta de número bem maior de dados. Estudos, visando desenvolvimento e aperfeiçoamento de vários tipos de sensores, estão em curso. Contudo, vários estudos ainda se encontram em fase inicial de desenvolvimento e outros já estão sendo produzidos em escala comercial, mas com elevados custos.

Finalizando, apesar de algumas dificuldades, a tecnologia disponível permitiu o desenvolvimento e adoção dos conceitos da Agricultura de Precisão, que visam à produtividade com sustentabilidade ambiental. Contudo, por mais que a adoção dessa tecnologia permita adquirir informações importantes, os conhecimentos do técnico e do produtor são de fundamental importância para o entendimento das relações de causa/efeito dos fatores de produção.

Referências bibliográficas

ADAMCHUK, V.; LUND, E.; REED, T.; FERGUSON, R. Evaluation of an on-the-go technology for soil pH mapping. **Precision Agriculture**, New York, v. 8, n. 3, p. 139-149, 2007.

ADAMCHUK, V. I.; MORGAN, M. T.; ESS, D. R. An automated sampling system for measuring soil pH. **American Society of Agricultural and Biological Engineers. Transactions**, Saint Joseph, v. 42, n. 4, p. 885-891, 1999.

AMADO, T. J. C.; PONTELLI, C. B.; SANTI, A. L.; VIANA, J. H. M.; SULZBACH, L. A. D. S. Variabilidade espacial e temporal

da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1101-1110, 2007.

BAZZI, C. L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; NÓBREGAL, H. P.; PINHEIRO NETO, R. Influência da distância entre passadas de colhedora equipada com monitor de colheita na precisão dos mapas de produtividade na cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.355-363, 2008.

BLACKMORE, S.; GODWIN, R. J.; FOUNTAS, S. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. **Biosystems Engineering**, Camden, v. 84, n. 4, p. 455-466, 2003.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.243-290.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1013-1021, 2004.

CORÁ, J. E.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 374-387, 2006.

DIACONO, M.; CASTRIGNANÒ, A.; TROCCOLI, A.; DE BENEDETTO, D.; BASSO, B.; RUBINO, P. Spatial and temporal variability of wheat grain yield and quality in a Mediterranean environment: A multivariate geostatistical approach. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 131, p. 49-62, 2012.

DIKER, K.; HEERMANN, D. F.; BRODAHL, M. K. Frequency analysis of yield for delineating yield response zones. **Precision Agriculture**, New York v. 5, n. 5, p. 435-444, 2004.

DURIGON, R.; SCHLOSSER, J. F.; RUSSINI, A.; DORNELLES, M. E. C.; PINHEIRO, E. D. Correlações entre atributos químicos do solo e atributos da cultura e da produtividade de arroz irrigado determinadas com técnicas de manejo localizado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, 2009.

GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S. R.; CHIBA, M. K.; GREGO, C. R. Geostatistical analysis of crop yield maps in a long term no tillage system. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 9-18, 2010a.

GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S. R.; CHIBA, M. K.; NAGUMO, C. H.; DECHEN, S. C. F. Spatial and temporal variability of crop yield and some Rhodic Hapludox properties under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 1-14, 2010b.

KITAMURA, A. E.; CARVALHO, M. D. P. E.; LIMA, C. G. D. R. Relação entre a variabilidade espacial das frações granulométricas do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 361-369, 2007.

LI, Y.; SHI, Z.; LI, F.; LI, H.-Y. Delineation of site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 56, n. 2, p. 174-186, 2007.

MCBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T.; BOUMA, J. Future directions of precision agriculture. **Precision Agriculture**, New York, v. 6, n. 1, p. 7-23, 2005.

MILANI, L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 591-598, 2006.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.

MUELLER, T. G.; PIERCE, F. J.; SCHABENBERGER, O.; WARNCKE, D. D. Map quality for site-specific fertility management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, n. 5, p. 1547-1558, 2001.

OSBORNE, J.; WATERS, E. Four assumptions of multiple regression that researchers should always test. **Practical Assessment, Research and Evaluation**, College Park, v. 8, n. 2, 2002.

REICHERT, J. M.; DARIVA, T. A.; REINERT, D. J.; SILVA, V. R. D. Variabilidade espacial de Planossolo e produtividade de soja em várzea sistematizada: análise geoestatística e análise de regressão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 981-988, 2008.

RODRIGUES, M. S.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C. Spatial relationships between soil attributes and corn yield in no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 599-609, 2012.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. D. P. E.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R.; BINOTTI, F. F. D. S.; GIOIA, M. T. Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 283-293, 2009.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. 175 (Doutorado). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SANTOS, M. L.; CARVALHO, M. D. P.; RAPASSI, R. M. A.; MURAISHI, C. T.; MALLER, A.; MATOS, F. A. Correlação linear e espacial entre produtividade de milho (*Zea mays* L.) e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto do Cerrado Brasileiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 313-321, 2006.

VERIS-TECHNOLOGIES. **Soil pH manager (MSP)**. 2010. Disponível em: < <http://www.veristech.com/products/soilph.aspx> >. Acesso em: 15 de set. de 2011.

VRINDTS, E.; MOUAZEN, A. M.; REYNIERS, M.; MAERTENS, K.; MALEKI, M. R.; RAMON, H.; DE BAERDEMAEKER, J. Management zones based on correlation between soil compaction, yield and crop data. **Biosystems Engineering**, London, v. 92, n. 4, p. 419-428, 2005.