

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELEN MENDES LIMA

**PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA ENTRE LEITORES DE REVISTAS DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA**

CURITIBA

2007

HELEN MENDES LIMA

**PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA ENTRE LEITORES DE REVISTAS DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA**

Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção de graduação no Curso de Comunicação Social com habilitação em Jornalismo, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Myrian R. Del Vecchio de Lima

CURITIBA

2007

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Néry e Helio, e à minha irmã, Kathy, agradeço o apoio e incentivo nos meus estudos e tantas coisas mais. Ao Saimonn, agradeço todo o carinho. Ao Roberto, agradeço tudo o que foi ensinado. À professora Myrian, agradeço as orientações. Aos meus amigos, agradeço a presença constante.

“Estou entre aqueles que pensam que a ciência possui uma grande beleza. Um cientista em seu laboratório não é apenas um técnico: ele é também uma criança diante de um fenômeno natural que o impressiona como um conto de fadas.”

Marie Curie – química e física polonesa (1867 – 1934)

RESUMO

Esta monografia fala sobre o jornalismo científico produzido pelas revistas especializadas em ciências para o público em geral, analisado sob o ponto de vista do leitor. Foi feita uma pesquisa, em duas etapas, entre estudantes de graduação da Universidade Federal do Paraná que lêem revistas nacionais de divulgação científica. O objetivo da primeira etapa, quantitativa, foi fazer um levantamento dos hábitos de consumo de informação científica deste grupo e conhecer sua percepção sobre ciência, pesquisa no Brasil e participação dos cidadãos em questões de ciência. Na segunda etapa, um questionário aberto investigou as opiniões dos leitores sobre a linguagem e a credibilidade das revistas. Foi concluído que os estudantes da Universidade Federal do Paraná têm uma visão positiva da ciência, que está associada à melhoria da vida humana, grandes descobertas e conhecimento do mundo natural, mas também consideram os riscos associados à ciência, como o uso do conhecimento para a guerra e uma maior concentração de poder e riqueza. As revistas de divulgação científica, na opinião do grupo estudado, devem usar linguagem acessível ao público não especializado, mas devem manter o rigor quanto à credibilidade das informações.

Palavras chave: Jornalismo científico. Divulgação científica. Revistas. Pesquisa de recepção. Percepção pública da ciência.

ABSTRACT

This paper is about the science journalism produced by science popularization magazines, analyzed by the readers' point of view. A two stage research was conducted among graduation students of Universidade Federal do Paraná who read Brazilian science popularization magazines. The first stage consisted of a quantitative research that scrutinized this group's habits of scientific information consumption and explored their perception of science, Brazilian scientific research and citizen participation on scientific issues. At the second stage of this research, an open-ended survey investigated the readers' opinions about these magazines' language and credibility. This study brings to a conclusion that UFPR's students have a positive view of science, which is connected to improvement of life quality, great discoveries and knowledge about the natural world. Yet, they consider the inherent risks to science, such as using knowledge to war purposes and a greater concentration of power and wealth. Science popularization magazines, in this group's opinion, should use language accessible to a non-specialist public, but they must be careful with sources credibility.

Keywords: Science journalism. Science popularization. Magazines. Reception research. Public understanding of science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – A ESPIRAL DA CULTURA CIENTÍFICA.....	39
GRÁFICO 1 – PERCENTUAL DE LEITORES POR REVISTA.	52
GRÁFICO 2 – FREQUÊNCIA DE LEITURA	52
GRÁFICO 3 – NÚMERO DE TÍTULOS LIDOS POR ENTREVISTADO	52
GRÁFICO 4 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “NENHUM INTERESSE” EM CADA TEMA	55
GRÁFICO 5 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “POUCO INTERESSE” EM CADA TEMA	56
GRÁFICO 6 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “MUITO INTERESSE” EM CADA TEMA	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÚMERO DE ENTREVISTADOS POR CAMPUS	50
TABELA 2 – NÚMERO DE ENTREVISTADOS POR GÊNERO	51
TABELA 3 – NÚMERO DE LEITORES E FREQUÊNCIA DE LEITURA	51
TABELA 4 – MOTIVOS POR QUE NÃO LÊEM NENHUMA DAS REVISTAS	53
TABELA 5 – MOTIVOS POR QUE OS LEITORES SE INFORMAM SOBRE CIÊNCIAS	54
TABELA 6 – DISPONIBILIDADE DOS ASSUNTOS DE INTERESSE NAS REVISTAS	58
TABELA 7 – LINGUAGEM DAS REVISTAS	58
TABELA 8 – HÁBITO DE LER OUTROS ASSUNTOS	59
TABELA 9 – EXPRESSÕES QUE MELHOR TRADUZEM A IDÉIA DE CIÊNCIA ...	60
TABELA 10 – PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE A CIÊNCIA E TECNOLOGIA TRAZEM PARA A HUMANIDADE	60
TABELA 11 – POR QUE ALGUÉM ESCOLHE UMA CARREIRA CIENTÍFICA	61
TABELA 12 – UTILIDADES DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS CIENTISTAS	61
TABELA 13 – EXISTEM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO PAÍS?	61
TABELA 14 – A MANEIRA COMO O ESTADO FINANCIAM A PESQUISA CIENTÍFICA	62
TABELA 15 – POR QUE NÃO HÁ MAIOR DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO	62
TABELA 16 – É IMPORTANTE TERMOS CONHECIMENTOS DE CIÊNCIA PARA O COTIDIANO	63
TABELA 17 - A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA TORNAM NOSSA VIDA MAIS FÁCIL	63
TABELA 18 – CIENT. ESTÃO EXPERIMENTANDO COISAS NOVAS SEM PENSAR NOS RISCOS	63
TABELA 19 – NÓS CONFIAMOS MUITO NA CIÊNCIA E POUCO NA FÉ RELIGIOSA	64
TABELA 20 – A CIÊNCIA ESTÁ SAINDO DE CONTROLE E NÃO HÁ O QUE POSSAMOS FAZER PARA DETÊ-LA	64
TABELA 21 – A C&T NÃO SE PREOCUPAM COM OS PROBLEMAS DA POPULAÇÃO	64
TABELA 22 – A CIÊNCIA É O MELHOR MEIO DE CONHECIMENTO SOBRE O MUNDO	64

TABELA 23 – A CIÊNCIA PARECE PROMETER A SOLUÇÃO DE TODOS OS MALES, MAS, NO FINAL, SÃO PROMESSAS QUE NÃO SE CUMPREM	65
TABELA 24 – NÃO CONSIGO ACOMPANHAR OS DESENVOLVIMENTOS DA C&T	65
TABELA 25 – SE DESCUIDARMOS DA CIÊNCIA, NOSSA SOCIEDADE SERÁ CADA VEZ MAIS IRRACIONAL	65
TABELA 26 – É IMPORTANTE QUE EXISTAM CIENT. QUE NÃO SEJAM LIGADOS À INDÚSTRIA	65
TABELA 27 – A CIÊNCIA PERMITIRÁ COMPREENDER TUDO O QUE ACONTECE	66
TABELA 28 – O MUNDO DA CIÊNCIA NÃO PODE SER COMPREENDIDO PELAS PESSOAS COMUNS	66
TABELA 29 – O BRASIL PRECISA DESENVOLVER SUA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, PARA TER MAIOR COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL	66
TABELA 30 – MESMO QUE NÃO TRAGAM BENEFÍCIOS IMEDIATOS, PESQUISAS QUE AVANÇAM AS FRONTEIRAS DO CONHECIMENTO DEVEM SER PATROCINADAS PELOS GOVERNOS	67
TABELA 31 – FONTES CONFIÁVEIS PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE C&T	67
TABELA 32 – A FONTE MAIS CONFIÁVEL PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE C&T	68
TABELA 33 – A FONTE MENOS CONFIÁVEL PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE C&T	68
TABELA 34 – A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DO CIDADÃO EM QUESTÕES CIENTÍFICAS	69
TABELA 35 – A UTILIDADE DA PARTICIPAÇÃO DOS CIDADÃOS EM QUESTÕES CIENTÍFICAS	69
TABELA 36 – OS OBSTÁCULOS À PARTICIPAÇÃO DOS CIDADÃOS EM QUESTÕES CIENTÍFICAS	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 A CIÊNCIA	12
2.1 AS DUAS CULTURAS	16
2.2 A PSEUDOCIÊNCIA	19
3 O JORNALISMO CIENTÍFICO	23
3.1 O JORNALISMO CIENTÍFICO COMO PONTE PARA A INOVAÇÃO.....	25
3.2 CIÊNCIA EMBARGADA	27
3.3 JORNALISMO CIENTÍFICO NO BRASIL.....	28
4 AS REVISTAS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	31
4.1 CIÊNCIA HOJE	32
4.2 GALILEU	33
4.3 NATIONAL GEOGRAPHIC	33
4.4 PESQUISA FAPESP	34
4.5 SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL	35
4.6 SUPERINTERESSANTE.....	36
5 CULTURA CIENTÍFICA	38
5.1 A DIVULGAÇÃO NA CULTURA CIENTÍFICA.....	40
6 OS ESTUDOS DE RECEPÇÃO	42
7 METODOLOGIA	45
7.1 PESQUISA QUANTITATIVA	46
7.1.1 O questionário quantitativo.....	47
7.2 PESQUISA QUALITATIVA.....	49
7.2.1 O questionário qualitativo	49
8 ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
8.1 PESQUISA QUANTITATIVA.....	50
8.2 PESQUISA QUALITATIVA.....	70
8.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
9 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	78
ANEXOS	82

1 INTRODUÇÃO

Com o fortalecimento da pesquisa científica no Brasil nas últimas décadas do século XX, o jornalismo científico vem se desenvolvendo e ganhando espaço nos meios de comunicação, assim como a atenção dos leitores. O jornalismo científico contribui com o processo de alfabetização científica, principalmente em um país em que o ensino formal é deficiente. Também é seu papel estimular o debate sobre temas da ciência e tecnologia que têm impacto na sociedade e na vida do planeta, como, por exemplo, células-tronco e aquecimento global. O jornalismo científico permite que um indivíduo compreenda os efeitos dos resultados de uma pesquisa científica em sua vida, e tenha informação para tomar decisões pessoais e profissionais.

Muitas decisões políticas têm uma dimensão científica e tecnológica, por isso o jornalismo científico é um importante componente para o bom funcionamento da democracia, por promover a compreensão pública de temas atuais e permitir que os cidadãos se tornem capazes de atuar criticamente, posicionando-se sobre estas questões. Este segmento da comunicação serve ao interesse público quando dá transparência às pesquisas científicas apoiadas por fontes públicas, e quando levanta questões de responsabilidade social e corporativa, no caso de pesquisas que são patrocinadas por fontes privadas.

Por causa desta dimensão de interesse público é que se faz necessária uma comunicação eficiente entre pesquisa científica e sociedade. O presente estudo fornece dados para que os comunicadores de ciência possam refletir sobre as necessidades do público e assim desenvolver novas idéias para uma comunicação científica mais inclusiva e competente.

Entender melhor as opiniões do público pode ajudar no desenvolvimento de uma comunicação mais eficiente. Para isso, é importante que o leitor não seja visto apenas como um ponto de chegada desprovido de conteúdo, um recipiente vazio em que se depositam os conhecimentos produzidos por outro; ele deve ser visto como um novo lugar na comunicação, que dá sentido à mensagem que recebe e também é ponto de partida. Por isso, a pesquisa de recepção foi a abordagem escolhida para este estudo sobre jornalismo e ciência.

No Brasil, o jornalismo científico cresceu a partir da década de 1980, com o surgimento de revistas e programas de TV especializados, e a presença cada vez

maior da ciência nos noticiários. Este segmento jornalístico é relativamente novo, e, portanto, o caminho ainda está sendo percorrido. Ainda há desafios a serem enfrentados, e transformações em processo, até que este debate não mais seja restrito a uma parte da população, e se estabeleça uma cultura científica ampla e democrática.

Esta pesquisa teve como objetivo geral conhecer a percepção da ciência entre os alunos de graduação da Universidade Federal do Paraná que são leitores de revistas nacionais de divulgação científica. Os objetivos específicos foram:

- Fazer um levantamento do número de alunos que lêem revistas de divulgação científica;
- investigar seus hábitos de consumo de informação científica;
- identificar as opiniões desses alunos acerca da ciência, da pesquisa no Brasil e da participação do cidadão em questões científicas;
- detectar problemas na comunicação entre revistas e receptores, e sugerir soluções.

No segundo capítulo, é traçado um histórico das linhas de pensamento sobre o método científico, com base na filosofia da ciência. No terceiro capítulo, o jornalismo científico é conceituado e localizado no processo de comunicação científica. Ainda, é apresentado um panorama da divulgação científica no Brasil. O quarto capítulo descreve as revistas de divulgação científica disponíveis atualmente no Brasil. O quinto capítulo é dedicado à popularização e à cultura científicas. No sexto capítulo, são abordados os estudos de recepção na América Latina. Em seguida, são descritas a metodologia e a elaboração da pesquisa. Na seqüência, os resultados obtidos são analisados e discutidos. Finalmente, o texto é concluído com comentários e sugestões para solucionar os problemas identificados através da pesquisa.

2 A CIÊNCIA

De acordo com o dicionário Houaiss (2001), *ciência* é o “corpo de conhecimentos sistematizados que, adquiridos via observação, identificação, pesquisa e explicação de determinadas categorias de fenômenos e fatos, são formulados metódica e racionalmente”. E ainda: “Conhecimento que, em constante interrogação de seu método, suas origens e seus fins, procura obedecer a princípios válidos e rigorosos, almejando especialmente coerência interna e sistematicidade”.

O termo “ciência” vem do latim “scientia”, palavra que significa “conhecimento, compreensão”. A ciência se tornou a designação da forma mais confiável de conhecimento. Alguma coisa que seja “comprovada cientificamente” logo ganha credibilidade e respeito. Mas por que a ciência leva a resultados tão confiáveis? Por que o método científico, diferente de outras formas do conhecimento, ganhou essa especial autoridade?

Na história da Filosofia da Ciência, Francis Bacon foi um dos primeiros a tentar articular o que é o método da ciência moderna. Ele propôs, no início do século XVII, que a meta da ciência é o “melhoramento da vida do homem na terra” (*apud* CHALMERS, 1993, p. 20) e, para ele, esta meta seria alcançada através da coleta de fatos com observação organizada e derivação de teorias a partir daí.

Os pensamentos de Bacon e seus contemporâneos, somados à Revolução Científica que ocorreu principalmente no século XVII, ajudaram a formar a moderna concepção popular de conhecimento científico. Esta concepção se resume nas seguintes afirmações:

Conhecimento científico é um conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. [...] Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente. (CHALMERS, 1993, p. 23).

Mas, o próprio Chalmers (1993) se opõe a esta posição, chamada indutivista, que afirma que a observação produz uma base segura da qual o conhecimento pode ser derivado. Entre os motivos de sua objeção, está a idéia de que a observação sofrerá interferências da formação cultural, conhecimentos e expectativas do observador. Assim, vários observadores não podem ter percepções idênticas de um objeto. Outra razão é que uma observação pressupõe uma teoria, que também está

sujeita a falhas. A ciência não começa com proposições de observação, porque algum tipo de teoria as precede; as proposições de observação não constituem uma base firme na qual o conhecimento científico possa ser fundamentado, porque são sujeitas a falhas. Contudo, Chalmers (1993, p. 24) não afirma que as proposições de observação não deveriam ter papel na ciência: “Não estou recomendando que todas elas devam ser descartadas por serem falíveis. Estou simplesmente argumentando que o papel que os indutivistas atribuem às proposições de observação na ciência é incorreto.”

O problema em utilizar a indução para determinar a verdade empírica é que nem sempre a razão indutiva funciona, por exemplo, quando se generaliza sobre as propriedades de uma classe de objetos, tendo por base observações de instâncias particulares desta classe de objetos. Ou quando se pressupõe que uma seqüência de eventos ocorrerá no futuro como sempre ocorreu no passado.

Karl Popper (1972) apresentou uma solução para este problema no contexto do método científico, argumentando que a ciência não se baseia na indução, mas exclusivamente na dedução, e propôs o falsificacionismo como solução. O falsificacionismo é a possibilidade lógica de uma afirmação ser provada falsa pela observação de um experimento físico. Ou seja, é a capacidade que alguma coisa tem de ser provada falsa sob circunstâncias hipotéticas.

Enquanto Popper se preocupou com a lógica interna da ciência, Kuhn (1995) examinou a história da ciência e argumentou que os cientistas trabalham em um paradigma conceitual que determina a maneira com que eles vêem o mundo. Para Kuhn (1995), os cientistas fazem grande esforço para defender seu paradigma da falsificação; com muito custo se modifica um paradigma da ciência, porque não é fácil mudar o paradigma individual dos cientistas.

Portanto, existe um conflito entre a visão de Popper (1972), segundo a qual um cientista abandona uma teoria que pode ser provada falsa, e a visão de Kuhn (1995), que descreveu a ciência como tendo períodos em que os cientistas se mantêm fiéis às suas teorias, apesar de anomalias detectadas, intercalados por períodos de grande mudança conceitual. Em tentativa de resolver este conflito entre o falsificacionismo de Popper e a Estrutura da Revolução Científica de Kuhn, Lakatos (1998) procurou uma metodologia que pudesse harmonizar estes pontos de vista aparentemente contraditórios. Sua metodologia pretende fornecer um relato do progresso científico consistente com a história.

Para Lakatos (1998), Popper ignora a notável obstinação das teorias científicas, já que os cientistas não são muito influenciáveis e não abandonam uma teoria apenas porque os fatos a contradizem. De acordo com Lakatos (1998, p. 15), “os cientistas normalmente inventam qualquer hipótese auxiliar para explicar o que chamam de anomalia, ignoram-na e dirigem sua atenção para outros problemas.”

Lakatos (1998) narra como Kuhn chegou à conclusão de que uma revolução científica é uma mudança irracional de adesão, uma conversão religiosa, depois de descobrir a ingenuidade do falsificacionismo de Popper. Entretanto, Lakatos (1998, p. 16) se pergunta, no caso de Kuhn ter razão: “se não há demarcação explícita entre ciência e pseudociência, se não há distinção entre progresso científico e decadência intelectual, que critérios podem ser apresentados para demarcar o progresso científico da degenerescência intelectual?”

Para solucionar a questão, Lakatos (1998, p. 16) advoga a metodologia dos programas de investigação científica:

Em primeiro lugar, reivindico que a unidade descritiva típica das grandes realizações científicas não é uma hipótese isolada, mas antes um programa de investigação. A ciência não é simplesmente ensaio e erro, uma série de conjunturas e refutações. [...] A ciência Newtoniana, por exemplo, não é simplesmente um conjunto de quatro conjecturas – as três leis da mecânica e a lei da gravitação. Estas quatro leis constituem apenas o *núcleo* [duro] do programa newtoniano. Mas este núcleo é tenazmente defendido da refutação por uma vasta *cintura protetora* de hipóteses auxiliares. E, mais importante ainda, o programa de investigação tem também uma *heurística*, isto é, um poderoso mecanismo para solucionar problemas que, com a ajuda de técnicas matemáticas sofisticadas, digere anomalias e até as transforma em comprovações. (LAKATOS, 1998, p. 16).

Em resumo, na visão de Lakatos (1998), o traço distintivo do progresso empírico não é constituído por verificações triviais. Mas também as ditas refutações não são o traço distintivo do fracasso empírico, como disse Popper (1972), já que todos os programas se desenvolvem num oceano permanente de anomalias: “O que realmente conta são as predições dramáticas, inesperadas, fantásticas: basta uma pequena dose delas para inclinar a balança; quando a teoria não acompanha os fatos, encontramos face a programas de investigação degenerativos.” (LAKATOS, 1998, p. 19).

Em uma posição mais extrema, Feyerabend (1989) rejeita qualquer forma de método científico, pois ele limita as atividades dos cientistas e restringe o progresso da ciência. Para ele, a ciência se beneficia de uma dose de anarquismo; “o

anarquismo teórico é mais humanitário e suscetível de estimular o progresso do que suas alternativas representadas por ordem e lei. [...] A proliferação de teorias é benéfica para a ciência, ao passo que a uniformidade lhe debilita o poder crítico.” (FEYERABEND, 1989, p. 10).

É com base na história dos avanços científicos que Feyerabend estimula a violação do método, pois uma idéia rejeitada hoje pode ser considerada acertada amanhã. A teoria do movimento ondulatório da luz, por exemplo, não teria sido possível seguindo o dogmatismo metodológico. Para o autor, o progresso pode ser prejudicado pelas restrições do método científico, e, por isso, a violação é necessária para o avanço do conhecimento.

Feyerabend (1989) sugere que a ciência advoga para si a verdade mais do que ela seria capaz. Ele também discorda da atitude de muitos cientistas com relação a tradições alternativas, e considera estas atitudes elitistas. Para Feyerabend, a ciência não tem características especiais que a tornem superior a outros ramos do conhecimento, como mitos antigos e religiões:

A ciência se aproxima do mito, muito mais do que uma filosofia científica se inclinaria a admitir. A ciência é uma das muitas formas de pensamento desenvolvidas pelo homem e não necessariamente a melhor. Chama a atenção, é ruidosa e impudente, mas só inerentemente superior aos olhos daqueles que já a tenham aceito, sem sequer examinar suas conveniências e limitações. Como a aceitação e a rejeição de ideologias devem caber ao indivíduo, segue-se que a separação entre o Estado e a Igreja há de ser complementada por uma separação entre o Estado e a ciência, a mais recente, mais agressiva e mais dogmática instituição religiosa. Tal separação será, talvez, a única forma de alcançarmos a humanidade de que somos capazes, mas que jamais concretizamos. (FEYERABEND, 1989, p. 447).

A moderna filosofia da ciência tem enfatizado as dificuldades associadas à idéia de que a ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido através da observação e experimento, e com a idéia de que há algum tipo de procedimento que nos permite derivar teorias científicas de modo confiável de uma tal base.

Simplesmente não existe método que possibilite às teorias científicas serem provadas verdadeiras ou mesmo provavelmente verdadeiras. [...] Tentativas de fornecer uma reconstrução simples e diretamente lógica do “método científico” encontram dificuldades ulteriores quando se percebe que tampouco há método que possibilite que teorias científicas sejam conclusivamente desaprovadas. (CHALMERS, 1993, p. 19)

Esta também é a posição do físico Stephen Hawking (2000), que diz que a teoria científica é apenas um modelo do universo, ou uma parte restrita de seu todo; um conjunto de regras que referem quantidades do modelo a observações que possamos fazer:

A teoria científica existe apenas em nosso raciocínio e não apresenta qualquer outra realidade (seja lá o que isto signifique). Uma teoria é considerada boa quando satisfaz dois requisitos: descrever com precisão uma grande categoria de observações, com base num modelo que contenha apenas poucos elementos arbitrários; e fazer previsões definidas quanto aos resultados das futuras observações. (HAWKING, 2000, p. 28).

Hawking (2000) afirma que qualquer teoria física é sempre provisória, no sentido de que não passa de uma hipótese: não pode ser comprovada jamais. Não importa quantas vezes os resultados de experiências concordem com uma teoria, não se pode ter certeza de que, da próxima vez, o resultado não vá contradizê-la. Por outro lado, pode-se rejeitar qualquer teoria ao se descobrir uma única observação que contrarie suas previsões. Ele concorda com o filósofo da ciência Karl Popper, quando este enfatiza que uma boa teoria é caracterizada pelo fato de ser capaz de fazer um número de previsões que possam, em princípio, ser rejeitadas ou frustradas pela observação:

Cada vez que novos experimentos comprovam as previsões, a teoria se mantém e nosso nível de confiança nela aumenta; mas se uma nova observação a contradisser, é necessário que seja abandonada ou modificada. Pelo menos é o que se supõe que aconteça, embora sempre se possa questionar a competência de quem realizou as observações. Na prática, costuma ocorrer que uma nova teoria seja sempre formulada como extensão de outra, prévia. (HAWKING, 2000, p. 29).

2.1 AS DUAS CULTURAS

A ciência é vista de maneiras diferentes por aqueles que se dedicam às ciências exatas e naturais, e aqueles que lidam com as ciências sociais, as humanidades e as artes. Estes acreditam que o conhecimento que a ciência fornece não pode ser a verdade absoluta, pois é instituído por um grupo social, historicamente localizado; os homens de ciência. Por trás da verdade da ciência estariam práticas do campo da linguagem. Esta linguagem possui eficácia simbólica, pois explica o mundo através de classificações da realidade (e, para o ser humano é

melhor estabelecer uma ordem simbólica lógica do que viver em um universo de desordem lógica). Por não poder ser apartada da linguagem e da história, a ciência seria um método de investigação e classificação que não difere de outras formas de conhecimento, como os mitos e as religiões, a não ser pelos seus métodos e reconhecimento de seus limites.

Por outro lado, aqueles que se dedicam às ciências naturais, de maneira geral, vêem a ciência como um método objetivo, capaz de enunciar verdades sobre a realidade. Para eles, o mundo descrito pela ciência é o mundo real, o conhecimento científico é progressivo¹ e capaz de prever fenômenos de forma satisfatória. Além disso, a ciência moderna é presidida por um modelo de racionalidade que não admite o caráter racional de outras formas de conhecimento que não utilizam suas regras metodológicas e princípios epistemológicos.

Apesar da visão que as ciências sociais têm do método científico sempre associado à linguagem e historicidade, Bachelard (1996) afirma que o espírito científico é formado através de duas rupturas: uma entre a linguagem do saber científico e do saber comum, e outra no âmbito da história das ciências. A primeira significa a diferença existente entre as representações do saber vulgar e as representações matemáticas do conhecimento nas ciências contemporâneas. O conhecimento científico se afasta da linguagem do senso comum, e da opinião, para tratar de uma realidade que não pode ser abordada pela sensibilidade humana; pois nas escalas submicroscópicas da química e da física, não há possibilidade de conhecimento nas categorias normais do saber.

A segunda ruptura significa a descontinuidade no desenvolvimento histórico das ciências. Teorias novas superam teorias antigas, assim, a ciência anterior é negada por uma posterior quando surge um novo paradigma (BACHELARD, 1996).

Snow (1974) tratou da falta de comunicação entre o que ele chama de “as duas culturas” da sociedade moderna, que são as ciências naturais e as humanidades:

Eu acredito que a vida intelectual de toda a sociedade ocidental está cada vez mais sendo dividida em dois grupos polarizados: [...] em um pólo temos os intelectuais letrados, no outro temos cientistas, e como os mais representativos, os cientistas físicos. Entre os dois há um abismo de

¹ Como vimos em Lakatos (1998), a progressão do conhecimento não se dá de forma linear, mas através de um “núcleo” de um programa de pesquisa que é estabelecido com a proteção de teorias auxiliares que podem ser descartadas ou substituídas sem prejudicar o núcleo.

incompreensão mútua – às vezes (particularmente entre os jovens) hostilidade e antipatia, mas principalmente falta de entendimento. Suas atitudes são tão distintas que, mesmo nas emoções não são capazes de encontrar terreno comum. (SNOW, 1974, p. 3, tradução minha).

Snow (1974) acredita que para uma sociedade avançar, ela deve saber lidar tanto com a revolução científica quanto com a vida intelectual. Para ele, ambas as linhas de pensamento levam ao mesmo fim. Se uma sociedade se importa apenas com uma das culturas, este é um sinal manifesto de que a educação não está sendo adequada.

A década de 1990 assistiu a novo conflito entre ciências naturais e humanidades. A chamada “guerra da ciência” (*science wars*) foi uma série de debates intelectuais entre “pós-modernistas” e “realistas” sobre a natureza das teorias científicas. Os sociólogos (pós-modernistas) questionavam a objetividade da ciência e faziam diversas críticas ao método científico em áreas como estudos culturais, antropologia cultural e estudos da ciência e tecnologia. Os cientistas naturais (realistas), por sua vez, defendiam a existência da objetividade científica e acusavam os pós-modernistas de desconhecimento do assunto que criticavam.

Lynch (2001) explica que os cientistas acreditavam na natureza, na verdade e na realidade, enquanto sociólogos acreditavam que representações da natureza são arbitrárias, leis científicas são ideológicas e a “realidade” é um mito. “Apesar de as palavras serem as principais armas, esta disputa se compara a uma guerra em que as diferenças entre os dois lados são tão profundas que há pouca esperança de apelo a um terreno comum para se chegar a um acordo racional.” (LYNCH, 2001, p. 49, tradução minha).

O conflito ficou mais evidente após a publicação de um artigo do físico Alan Sokal (1996a), intitulado “*Transgressing the boundaries: Towards a transformative hermeneutics of Quantum Gravity*”², no periódico de estudos culturais “*Social Text*”. No mesmo dia em que o artigo foi publicado, Sokal (1996b) anunciou em outra publicação, *Lingua Franca*, que o artigo não passava de um amontoado de afirmações sem sentido, que ele escreveu com o objetivo de expor a ignorância e a característica tendenciosa dos estudos culturais e estudos da ciência.

² “Transgredindo as fronteiras: Em direção a uma hermenêutica transformativa da Gravidade Quântica”

Sokal (1996b) queria saber se um periódico publicaria um artigo deliberadamente sem sentido, disfarçado com jargões, se ele a) soasse bem, e b) concordasse com as concepções do editor.

Ironicamente, o artigo fraudado apareceu em uma edição especial da *Social Text*, intitulada "*The Science Wars*", que foi editada para combater a acusação de que os estudos culturais e sociais da ciência eram exercícios de ataque gratuitos à ciência. O alvoroço sobre a paródia de Sokal solapou esta mensagem. (LYNCH, 2001, p.48, tradução minha).

2.2 A PSEUDOCIÊNCIA

Entende-se por pseudociência qualquer corpo de conhecimento, metodologia ou crença que afirmem ser científicos, ou que são feitos para parecerem científicos, mas que não atendem os requisitos do método científico. O termo tem conotação negativa, pois é usado para designar algo que enganosamente tenta se passar por ciência.

O assunto tem importância para o jornalismo, pois muitas vezes o jornalista tem dificuldade em identificar se dada alegação é pseudociência ou ciência verdadeira. Há muitos exemplos desse despreparo, um deles, particularmente desastroso, aconteceu em 1983, quando a revista *Veja* publicou uma notícia sobre dois pesquisadores alemães que haviam criado com sucesso um híbrido de boi com tomate. A notícia absurda fazia parte de uma brincadeira de primeiro de abril da revista britânica *New Scientist*. Este caso é exemplo de analfabetismo científico, mas não chegou a causar danos ao público, e em pouco tempo o erro foi corrigido.

No entanto, passam despercebidas nos meios de comunicação, como se fossem fatos científicos, credíes e pseudociências que podem causar danos à população. Na área da saúde, especialmente, a pseudociência se faz presente; alternativas inócuas de tratamentos de saúde são oferecidas a um público, muitas vezes desinformado, pronto a aceitar qualquer alegação que lhe dê esperança de cura.

A mídia ajuda a difundir a pseudociência, ou por desconhecimento dos jornalistas, ou por decisão deliberada. A escolha em se divulgar mistérios, práticas exóticas e relatos fantásticos tem efeito negativo em um público, quando este se admira com soluções mágicas para problemas que a ciência não consegue resolver.

A ciência desperta um sentimento sublime de admiração. Mas a pseudociência também produz esse efeito. As divulgações escassas e malfeitas da ciência abandonam nichos ecológicos que a pseudociência preenche com rapidez. Se houvesse ampla compreensão de que os dados do conhecimento requerem evidência adequada antes de poder ser aceitos, não haveria espaço para a pseudociência. Mas na cultura popular prevalece uma espécie de Lei de Gresham, segundo a qual, a ciência ruim expulsa a boa. (SAGAN, 1996, p. 20).

Segundo Carl Sagan (1996, p. 30), a pseudociência é adotada na mesma proporção em que a verdadeira ciência é mal compreendida. “Se alguém nunca ouviu falar de ciência (muito menos de como ela funciona), dificilmente pode ter consciência de estar abraçando a pseudociência. Está apenas adotando uma das maneiras de pensar que os seres humanos sempre empregaram”.

Mas, na opinião de Shermer (2002), a compreensão da ciência não impede que as pessoas acreditem em coisas como astrologia, numerologia e seres extraterrestres visitando a Terra. O motivo para isso é que as pessoas defendem as crenças a que chegaram por motivos não racionais. É raro que uma pessoa se coloque diante de uma coleção de fatos, pese os prós e os contras, e escolha a explicação mais lógica e racional, independentemente do que acreditava anteriormente.

A maioria de nós, na maior parte do tempo, chega às nossas crenças por uma variedade de razões que pouco tem a ver com evidência empírica e raciocínio lógico. Ao invés disso, variáveis como predisposição genética, preferências dos pais, influência dos irmãos, pressão de pares, experiência educacional e impressões da vida moldam as preferências da personalidade que, em conjunto com numerosas influências sociais e culturais, nos guiam até as nossas crenças. Nós então vasculhamos o conjunto de dados e selecionamos aqueles que mais confirmam o que já acreditamos, e ignoramos, ou não pensamos racionalmente sobre aqueles que não confirmam. (SHERMER, 2002, tradução minha).

A pseudociência é popular; e isso pode ser explicado em partes porque como ela é mais fácil de ser inventada que a ciência, evita confrontos com a realidade, e passa por padrões menos rigorosos de argumentação, ela é apresentada mais facilmente ao público em geral do que a ciência. Mais do que isso, a pseudociência é popular porque, na opinião de Sagan (1996), fala às necessidades emocionais que a ciência freqüentemente deixa de satisfazer. A superstição e a pseudociência criam ilusões, fornecem respostas fáceis, esquivam-se do exame cético e nos deixam admirados.

[A pseudociência] nutre as fantasias sobre poderes pessoais que não temos e desejamos ter (como aqueles atribuídos aos super-heróis das histórias de quadrinhos modernas e, no passado, aos deuses). Em algumas de suas manifestações, oferece satisfação para a fome espiritual, cura para as doenças, promessas de que a morte não é o fim. Renova nossa confiança na centralidade e importância cósmica do homem. Concede que estamos presos, ligados, ao Universo. (SAGAN, 1996, p. 29).

Muitos podem argumentar que não há mal em se difundir a pseudociência, porque o conhecimento científico não é obrigatoriamente superior aos outros conhecimentos. Um exemplo de pseudociência que seria inofensiva é a astrologia, presente diariamente em todos os tipos de veículos de comunicação. Ela dá conforto psicológico aos seus adeptos e não ultrapassa esta esfera. Este adepto não deixaria de ir ao médico em caso de doença, por exemplo.

A situação é diferente no caso de terapias alternativas. Se elas forem apresentadas como técnicas tão eficientes quanto a medicina científica, um paciente pode ser levado a abandonar a sua chance de cura. Mas a disseminação da pseudociência não tem efeito negativo apenas na área da saúde; quando se coloca o pensamento mágico no mesmo nível do pensamento científico, acabamos por distanciar ainda mais a ciência do cidadão comum, por tornar a ciência ainda mais incompreensível. E, para aqueles que não têm a compreensão fundamental de como a ciência trabalha, “o canto da pseudociência se torna muito atraente para resistir, não importa o quanto se é esperto.” (SHERMER, 2002, tradução minha).

A ciência moderna passa por uma crise; além de seu método ser questionado, ela não passa mais aquela impressão de ter apenas triunfos. O progresso científico trouxe também as armas nucleares, poluição do ar e das águas, medicamentos que se mostraram perigosos, e outros.

Apesar disso, há motivos para que exista um esforço para difundir a ciência. Sagan (1996, p. 51) relaciona alguns deles: Apesar das inúmeras oportunidades de mau emprego, a ciência pode ser o caminho propício para vencer a pobreza e o atraso nas nações emergentes; a ciência nos alerta contra os perigos introduzidos por tecnologias que alteram o mundo, especialmente o meio ambiente de que nossas vidas dependem; a ciência nos esclarece sobre as questões mais profundas das origens, naturezas e destinos – de nossa espécie, da vida, de nosso planeta, do Universo; os valores da ciência e os da democracia são concordantes, em muitos

casos indistinguíveis. A ciência se nutre, e necessita, do livre intercâmbio de idéias, seus valores são opostos ao sigilo.

Para encontrar a verdade no meio de tantas concepções, é exigida do jornalismo científico uma postura crítica, vigilante, dedicada e corajosa, para dar ao leitor (telespectador, ouvinte, internauta) o acesso à produção científica séria e embasada. O capítulo seguinte trata das definições e funções do jornalismo científico.

3 O JORNALISMO CIENTÍFICO

O processo de circulação de informações de ciência e tecnologia pode ser definido como “difusão científica”, um conceito abrangente que engloba a disseminação científica e a divulgação científica. A expressão *disseminação científica* é usada para designar a interação entre especialistas, pesquisadores e cientistas de uma mesma área ou de áreas conexas. A divulgação científica é a comunicação que tem como público-alvo o leigo, o não-especialista, o cidadão comum. A divulgação científica compreende qualquer forma de comunicação de ciência com o público não-especializado, como palestras, livros, exposições em museus, peças de teatro e o jornalismo científico (BUENO, 2006).

Verificamos com Zamboni (2001) que a divulgação científica é entendida, de modo genérico, como:

[...] uma atividade de difusão, dirigida para fora de seu contexto originário, de conhecimentos científicos produzidos e circulantes no interior de uma comunidade de limites restritos, mobilizando diferentes recursos, técnicas e processos para a veiculação das informações científicas e tecnológicas ao público em geral. (ZAMBONI, 2001, p. 45).

O jornalismo científico é uma modalidade mais específica de divulgação científica. Ele é o “processo de difusão de informações de ciência e tecnologia pela mídia, que obedece aos atributos da produção jornalística” (BUENO, 2006). Enquanto a linguagem na disseminação científica não precisa ser decodificada, a linguagem da divulgação científica deve ser adaptada ao público leigo, para atingir seus objetivos. Quando se quer difundir informação de ciência e tecnologia para o cidadão comum, há a necessidade de simplificar o conteúdo a ser transmitido, de traduzir conceitos (com o uso de metáforas, por exemplo) e de transpor a linguagem especializada para uma linguagem não-especializada, para que o conteúdo seja acessível a uma grande audiência.

José Reis (1964 *apud* ZAMBONI, 2001, p. 47) também ressalta a importância da linguagem no processo de:

Comunicar ao público, em linguagem acessível, os fatos e principalmente os da ciência, dentro de uma filosofia que permita aproveitar o fato jornalisticamente relevante como motivação para explicar os princípios científicos, os métodos de ação dos cientistas e a evolução das idéias científicas. (REIS, 1964, *apud* ZAMBONI, 2001, p. 47).

À medida que os jornalistas traduzem as informações para o público em geral, a ciência perde muito de seus jargões técnicos. Nos meios de comunicação de massa, a ciência pode tornar-se sensacionalizada, para atingir uma audiência que vê pouco significado nas descobertas da ciência em sua vida cotidiana. Às vezes, a interpretação de um jornalista a respeito de um estudo não coincide com a do cientista, e o jornalista é acusado de enganar o público.

Outra acusação dos cientistas contra os jornalistas é a simplificação:

Os escritores de ciência, especialmente aqueles que trabalham para os veículos de massa, tendem também a despir a ciência de muitas nuances. E são exatamente essas sutilezas que deliciam os cientistas e freqüentemente demonstram a outros cientistas o brilho de seu trabalho. Dessa forma, ao escrever sobre ciência para o público não especializado, de uma maneira ou de outra, o escritor pode ficar vulnerável a acusações de supersimplificação. (BURKETT, 1990, p. 9).

Uma parcela significativa de pesquisadores científicos ainda hoje adota uma postura superada, expressa na idéia de que “os jornalistas distorcem o que dizem os cientistas” (CAPOZOLI, 2002, p. 123). Entretanto, houve um avanço significativo na relação cientista/jornalista nos últimos tempos. Uma das razões desta aproximação foi a melhoria da qualidade do jornalismo científico, a outra foi a consciência de que a divulgação é uma forma de satisfação à sociedade, que, com seus impostos, financia a pesquisa. Mas as dificuldades ainda não foram inteiramente removidas, e uma delas envolve o uso de metáforas e analogias na linguagem da divulgação científica, que banalizariam o sentido das descobertas científicas, na opinião de alguns pesquisadores.

Para Capozoli (2002), os cientistas pretendem ter o privilégio da tradução de ciência para os leigos. Ele argumenta que esta é uma postura equivocada:

A divulgação da ciência é coisa para divulgadores científicos, tenham eles a formação que tiverem, desde que comprometidos com os princípios científicos. Essa qualificação, comprometimento com os princípios científicos, não é, evidentemente, a garantia que muitos gostariam de ter. Mas exclui, por exemplo, atividades como a astrologia. (CAPOZOLI, 2002, p. 123).

Apesar da necessidade desta tradução de linguagem, o jornalismo científico não pode ser reduzido à simples reprodução da fala das fontes especializadas, pois elas também têm seus interesses. O jornalista não deve ficar restrito apenas a

decodificar um conteúdo, mas a fazer uma interpretação e criar um discurso, a partir de uma vivência e de uma perspectiva crítica.

Uma das representações mais correntes sobre a atividade de divulgar conhecimentos novos é a função de partilha do saber, função reconhecida como necessária à sociedade diante da velocidade com que se acumulam novos saberes, se conquistam novas técnicas e se garantem novos procedimentos.

Caberia, então, à divulgação, a tarefa maior de exercer a partilha social do saber, levando ao homem comum o conhecimento do qual ele historicamente foi apartado e do qual foi-se mantendo cada vez mais distanciado, à medida que as ciências se desenvolviam e mais se especializavam. (ZAMBONI, 2001, p. 49).

A função educativa da divulgação científica contribui para a formação da opinião pública, e serve de complemento à deficiente educação formal dos países em desenvolvimento. De acordo com Burkett (1990), o escritor de ciência se torna parte de um sistema de educação e comunicação tão complexo quanto à ciência moderna:

Em seus alcances mais extremos, a redação científica ajuda a transpor a brecha entre cientistas e não cientistas. [...] A redação científica educa, em vários níveis, adultos cuja educação formal termina no 2º grau ou na faculdade. A redação científica ajuda a educar crianças sobre o mundo natural que as cerca além do seu ambiente imediato, além de suas salas de aula, além de sua limitada experiência. (BURKETT, 1990, p. 6).

3.1 O JORNALISMO CIENTÍFICO COMO PONTE PARA A INOVAÇÃO

Certamente o papel do jornalismo científico não se restringe a difundir e a educar. Leite (2001) analisou a contribuição do jornalismo científico ao desenvolvimento tecnológico do Brasil através de sua relação com um problema atual do país, que é a dificuldade da pesquisa brasileira em se efetivar como inovação tecnológica. Há poucas pontes entre a pesquisa brasileira feita nas universidades e as empresas, e o jornalismo científico pode ajudar a construir estas pontes.

De acordo com uma pesquisa da *FAPESP* (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), 23% dos cientistas brasileiros trabalham em empresas, enquanto em países como a Coreia do Sul e os Estados Unidos, este número chega

a 54% e 80%, respectivamente. O estado de São Paulo tem a maior produção científica da América Latina, a Universidade de São Paulo e a Universidade Estadual de Campinas formam mais doutores do que qualquer universidade dos Estados Unidos (ROMERO, 2007). Entretanto, a produção científica não está sendo aproveitada como inovação.

Leite (2001) acha ingênuo ver relação causal entre o espaço destinado à ciência e tecnologia na mídia, que ele argumenta que não é pequeno, e a incomunicação entre os setores de pesquisa e de produção. Mesmo o menor número de reportagens sobre ciência nacional não pode ser o único responsável pelo distanciamento entre institutos de pesquisa e empresas. Não se deve ignorar as críticas com relação ao espaço de ciência e tecnologia na mídia, mas é improvável que essas deficiências tenham capacidade de, por si só, oferecer explicação para a falta de articulação entre os setores de produção de bens materiais e de produção de conhecimento.

Para Leite (2001), a imprensa não é uma instituição educacional, e nem tem por missão única e exclusiva a disseminação de informações, no sentido bruto da palavra. A imprensa de respeito sabe que não há informação neutra ou objetiva, mas sim que toda informação está associada a interesses, mesmo no mundo da ciência. Faz parte de sua missão considerar esses matizes na tarefa de informar. Esta missão é muito valorizada no jornalismo político e econômico, mas costuma ser mal compreendida no jornalismo científico.

Quando se fala em educação através da divulgação científica, se pressupõe que:

Há fatos objetivos e inquestionáveis produzidos pela ciência isenta e que, uma vez que o público tenha acesso a eles, o consenso racional se estabelecerá. Nada mais distante da realidade. As questões científicas, na arena pública, são e continuarão a ser questões políticas. A complexidade científica compõe somente seu pano de fundo, e é a partir dela – e não determinada por ela – que a sociedade tem de tomar decisões negociadas. (LEITE, 2001, p. 90).

Sobre o papel da divulgação científica no desenvolvimento tecnológico do país, Leite (2001) acredita que a melhor circulação de informações sobre pesquisa desenvolvida no Brasil contribui para formar no público – e nos empresários – uma visão mais abrangente sobre quais são as instituições de pesquisa capazes de fornecer soluções de produtividade para a economia nacional. Porém, há desafios a serem enfrentados pelos divulgadores de ciência, relacionados com a ignorância de

grande parte da população sobre temas científicos (ignorância que não diminui o direito dessa população de participar do debate). O divulgador, no seu papel de intermediário, deve fornecer informação com precisão, contextualização e crítica, se quiser servir ao interesse público.

3.2 CIÊNCIA EMBARGADA

Meadows (1999) aponta um problema comum no jornalismo científico, que é a dificuldade de distinção entre ciência e pseudociência. Ele argumenta que os princípios de seleção que se aplicam à mídia são diferentes dos adotados pelos cientistas, e podem contradizê-los. “Por exemplo, a mídia tem particular interesse quando as coisas dão errado ou por idéias altamente especulativas. Nada disso goza de alto apreço entre os cientistas” (MEADOWS, 1999, p. 203). Apesar disso, os cientistas normalmente sentem-se ávidos por ter seu trabalho noticiado pela mídia.

Meadows (1999) lembra o episódio do anúncio da fusão a frio em 1989; a possibilidade de se obter energia nuclear barata em temperatura ambiente foi vista pelos autores da pesquisa e por sua instituição como um avanço importante que merecia publicidade imediata. Foi convocada uma coletiva de imprensa, e apenas pelos noticiários a comunidade científica ouviu falar desta pesquisa, pois a nota que a equipe de pesquisa enviou para ser publicada pela revista científica *Nature* foi recusada no processo de revisão por pares.

Casos como esse fizeram com que muitos periódicos científicos adotassem a política, chamada *embargo*, de não permitir que se divulgue uma pesquisa na imprensa até que ela seja aprovada na avaliação por pares. Outros veículos vão além e não publicam pesquisas que já tenham sido divulgadas na imprensa. Os jornalistas têm acesso aos *releases* normalmente uma semana antes do embargo expirar. A idéia é dar tempo para eles compreenderem conceitos complicados e prepararem entrevistas com os pesquisadores e outras fontes. É evidente que essa política deve ser usada com discernimento, pois há pesquisas, como algumas da área médica, que precisam de urgência na comunicação para o público em geral.

Hoje, muitos jornalistas científicos discordam do embargo, argumentando que ele é uma “interferência no processo da ciência e no fluxo de informação entre os cientistas e o público que sustenta as pesquisas” (WHITEHOUSE, 2007). Para estes jornalistas, o embargo vai contra o instinto jornalístico de apurar uma boa história e a

publicar primeiro. Além disso, para estes jornalistas, perdem-se oportunidades de mostrar que o processo científico é passível de falhas. Já para os jornalistas que aprovam o embargo, o período de espera é visto como útil para levantar mais informações sobre o assunto e escrever uma matéria mais detalhada. Na opinião deles, o jornalismo científico sem o embargo seria uma cobertura menos precisa.

3.3 JORNALISMO CIENTÍFICO NO BRASIL

A ciência brasileira entrou na agenda do governo e da sociedade a partir de meados da década de 1940, quando as liberdades de expressão lentamente ganhavam espaço após o Estado Novo (1937 – 1944). Como em outros países, a ciência no Brasil ganhou força após o término da Segunda Guerra Mundial, impulsionada pelo impacto que os avanços da tecnologia dos aliados tiveram no mundo. Oliveira, F. (2002, p. 29) destaca como primeiro fato marcante do estabelecimento da ciência no país a criação, em 1948, da *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC), entidade civil que reúne o pensamento científico brasileiro. Seu objetivo é defender o desenvolvimento tecnológico e contribuir com o desenvolvimento educacional e cultural do Brasil. Em sua história, a SBPC já exigiu de diferentes governos investimentos em ciência e cultura, tendo um papel importante na valorização da ciência. A entidade promove uma reunião anual a qual comparecem mais de dez mil pessoas, entre cientistas, pesquisadores, professores e estudantes de todos os níveis.

Em janeiro de 1951, foi criado o *Conselho Nacional de Pesquisas* (CNPq), hoje, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Sua fundação representou o primeiro esforço significativo nacional de regulamentar a ciência e tecnologia do país (OLIVEIRA, F., 2002, p. 29). O CNPq mantém vinculados dez institutos, alguns deles estão entre os mais antigos e conceituados do Brasil, como o *Observatório Nacional do Rio de Janeiro*, fundado em 1827, e o *Museu Paraense Emílio Goeldi*, inaugurado em Belém, em 1866. Hoje, o CNPq é uma importante agência de fomento no país; é responsável pela manutenção de grande parte das bolsas de apoio à pesquisa e à qualificação de recursos humanos em cursos de pós-graduação no Brasil e no exterior.

O clima de grandes evoluções científicas do fim do século XIX e início do século XX chegou também ao Brasil. Os primórdios do jornalismo científico foram

identificados por Massarani (*apud* OLIVEIRA, F., 2002, p. 32), são exemplos a *Revista Brasileira* (1857), a *Revista do Rio de Janeiro* (1876) e a *Revista do Observatório* (1886), esta publicada pelo *Imperial Observatório do Rio de Janeiro*, atualmente *Observatório Nacional*. A década de 1920, em clima de grande interesse público pela ciência no contexto internacional, viu surgir muitas iniciativas em divulgação e jornalismo científico no Rio de Janeiro, centro econômico e cultural do país na época.

Um nome que merece destaque neste período é o do médico, pesquisador, educador e jornalista José Reis. Ele manteve uma coluna científica semanal no jornal *Folha de S. Paulo* desde 1947 até o fim de sua vida, em maio de 2002. Reis começou a publicar, em 1932, folhetos e artigos para o público não-especializado em problemas científicos. Na década de 1940, Reis fundou, junto com outros cientistas, a SBPC, que representou uma melhora na organização política científica.

José Reis também foi um dos fundadores e o primeiro presidente da *Associação Brasileira de Jornalismo Científico (ABJC)*, criada em 1977. Entre os objetivos da instituição estão divulgar ciência e tecnologia e democratizar o conhecimento científico e tecnológico no país, através de debates, seminários e outras atividades.

O jornalismo científico no Brasil teve um crescimento expressivo na década de 1980, impulsionado por acontecimentos como a passagem do cometa *Halley*, as viagens espaciais, as questões ambientais, as especulações sobre a fusão a frio, e outros. Foram lançadas revistas especializadas, como a *Ciência Hoje* (SBPC) e *Ciência Ilustrada* (Abril). Em 1990, foram lançadas as revistas *Superinteressante* (Abril) e *Globo Ciência* (Globo). Então, já eram comuns as editorias de ciência e tecnologia nos jornais e as manchetes e programas dedicados à ciência e meio ambiente na televisão.

Este período foi de estruturação, ainda havia deficiências que se refletiam em baixa qualidade de informação. Os jornais abriam espaço para a produção jornalística nas áreas de ciência e tecnologia, mas ainda davam preferência para conteúdo produzido por agências internacionais, especialmente as norteamericanas. As assessorias de imprensa de universidades e instituições de pesquisa passaram a se organizar para enviar releases e informativos aos veículos de comunicação (OLIVEIRA, F., 2002, p. 39).

Hoje é possível encontrar bastante espaço para ciência e tecnologia nos grandes jornais brasileiros. Nos veículos de médio e pequeno porte, a cobertura científica ainda é precária, e, quando é feita, baseia-se em simples cópia de matérias de agências de notícias ou de outros veículos. Analisando a cobertura feita nos grandes jornais e nos meios eletrônicos, se nota, entretanto, que o noticiário internacional ainda é muito mais valorizado, descobertas internacionais têm ampla cobertura, enquanto os avanços da ciência brasileira não ganham tanto destaque.

O papel das revistas especializadas em divulgação científica é dar mais pluralidade a essa cobertura. Hoje, no Brasil, os diferentes títulos deste segmento encontrados nas bancas dão diferentes enfoques à ciência e visam a diferentes públicos. O capítulo seguinte traz um mapeamento das revistas de divulgação científica nacionais produzidas atualmente.

4 AS REVISTAS BRASILEIRAS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A revista é um veículo de comunicação destinado a um grupo de pessoas que têm uma identidade em comum. Ela é um contato que se estabelece com o leitor, e, nesse sentido, ajuda a construir identidade, ou seja, cria identificações e dá sensação de pertencer a um determinado grupo. O que se nota ao se estudar a história das revistas e ao compará-las com os jornais é que elas não têm vocação noticiosa, mas seguem por dois caminhos bem evidentes: o da educação e o do entretenimento (SCALZO, 2003).

O texto de revista é diferente do texto de jornal, de internet, de rádio e de televisão. O leitor de revista não quer apenas consumir a informação, ele busca profundidade do tema e uma leitura prazerosa. A periodicidade das revistas também as diferencia dos outros meios. O rádio, a internet, a televisão podem noticiar um fato instantaneamente, um jornal diário publicará mais detalhes no dia seguinte. As revistas, por causa da distância entre a publicação e o tempo real da notícia, devem explorar novos ângulos, e fazer um jornalismo mais analítico e menos superficial. A diferença é que estes textos têm maior duração. Esta lógica também está presente nas revistas de divulgação científica, que não devem produzir textos muito factuais, e sim mergulhar no assunto.

Uma revista é um veículo de comunicação, um produto, um negócio, uma marca, um objeto, um conjunto de serviços, uma mistura de jornalismo e entretenimento. Nenhuma das definições acima está errada, mas também nenhuma delas abrange completamente o universo que envolve uma revista e seus leitores. A propósito: o editor espanhol Juan Caño define “revista” como uma história de amor com o leitor. Como toda relação, essa também é feita de confiança, credibilidade, expectativas, idealizações, erros, pedidos de desculpas, acertos, elogios, brigas, reconciliações. (SCALZO, 2003, p. 11-12).

Nesta pesquisa, trabalhou-se com seis títulos de revistas encontradas atualmente no mercado editorial brasileiro que se encaixam na definição de divulgação científica introduzida anteriormente. A seguir, são apresentados um breve histórico e um descritivo de cada revista. Todas as informações foram fornecidas por e-mail por redatores, editores ou pelo atendimento ao leitor das revistas.

4.1 CIÊNCIA HOJE

Ciência Hoje é a revista de divulgação científica brasileira que está há mais tempo em circulação. Seu primeiro número foi lançado em julho de 1982, na 34ª *Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC), em Campinas, SP. A revista é publicada pelo *Instituto Ciência Hoje* (ICH), uma organização social de interesse público sem fins lucrativos, vinculada à SBPC.

O ICH é responsável pela divulgação científica da SBPC, e publica, além da *Ciência Hoje*, a revista *Ciência Hoje das Crianças* (para o público infantil), a série de livros paradidáticos *Ciência Hoje na Escola*, o site *Ciência Hoje On-line*³, e vários livros como *Cientistas do Brasil* e *Pequeno Manual de Divulgação Científica*. O Instituto também produziu o programa de TV *Tome Ciência*, uma série semanal transmitida a cabo pela *Rede STV*, emissora do sistema *Sesc-Senac*.

O editorial da primeira edição da *Ciência Hoje* (apud IVANISSEVICH, 2007) trazia o objetivo dos fundadores da revista, todos eles cientistas de diferentes áreas: “Estabelecer um canal de comunicação entre os pesquisadores científicos e o grande público; e promover o debate político em torno de questões como cidadania, educação e participação universitária, possibilitando, assim, a democratização da ciência”.

Para alcançar este objetivo e aproximar a universidade da população, as matérias jornalísticas e os artigos escritos por cientistas deixam de lado a linguagem hermética dos artigos científicos e usam linguagem mais acessível, em textos mais simples e claros. Mesmo assim, a revista busca manter o rigor científico e dar visibilidade à pesquisa brasileira.

O público-alvo da *Ciência Hoje* é a comunidade acadêmica, professores e estudantes do ensino médio e superior, e a sociedade em geral. Sua tiragem é de aproximadamente 40 mil exemplares mensais (destes, 21 mil vão para bolsistas de iniciação científica do CNPq e cinco mil para assinantes. O restante é distribuído em bancas). A *Ciência Hoje On-line* disponibiliza parte do conteúdo da versão impressa, e matérias exclusivas atualizadas diariamente.

³ www.cienciahoje.org.br

4.2 GALILEU

A revista *Galileu* é uma publicação mensal da *Editora Globo*, lançada em agosto de 1991, com o nome de *Globo Ciência*. Na época, a revista abordava temas de ciência e tecnologia, como informática, eletrônica, exploração do espaço e meio ambiente. Em setembro de 1998 a revista passou a se chamar *Galileu*, e sofreu mudanças na sua linha editorial e no seu *layout*, além de ampliar seu leque de temas. Com mudanças na edição e infográficos mais elaborados, as páginas ganharam maior concentração de matérias. A temática se tornou mais abrangente, e assuntos como ficção científica, paranormalidade e curiosidades em geral são abordados pela revista. Em abril de 2006, a revista passa por uma nova reformulação e incorpora especialistas ao seu time de colaboradores. Passam a ser publicadas matérias traduzidas de publicações como a revista britânica *New Scientist*.

A *Galileu* define seu público-alvo como homens e mulheres entre 18 e 35 anos, mas informa que recebe mensagens de leitores de todas as idades, entre 13 e 75 anos. Atualmente, a tiragem da revista gira em torno de 150 mil exemplares mensais, com circulação nacional. A versão *online*⁴ da revista contém quase todas as matérias da versão impressa na íntegra, disponíveis para o usuário que se cadastrar gratuitamente. Além das matérias, o internauta pode ouvir o *podcast*⁵ produzido duas vezes por semana, e participar de um fórum de leitores.

4.3 NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL

A *National Geographic Brasil* é a versão nacional da *National Geographic Magazine*. As duas são publicações da *National Geographic Society*, uma organização educacional e científica sem fins lucrativos fundada em janeiro de 1888, em Washington, nos Estados Unidos. A missão histórica da organização é “aumentar e difundir o conhecimento geográfico enquanto promove a conservação de fontes culturais, históricas e naturais do mundo”. Sua nova missão é “inspirar as pessoas a cuidar do planeta”⁶. Além da *National Geographic Magazine*, a

⁴ www.revistagalileu.globo.com

⁵ Programa em áudio publicado na internet.

⁶ http://nationalgeographic.abril.com.br/conheca_ngb/

organização tem um canal de televisão a cabo de distribuição global, o *National Geographic Channel*, e ainda publica outras revistas, livros, produtos escolares, mapas e filmes em várias línguas e países do mundo.

A *National Geographic Magazine* foi lançada em outubro de 1888. A revista contém artigos sobre geografia, ciência popular, história mundial, cultura, eventos atuais e fotografias de locais, pessoas e assuntos de todo o planeta. Atualmente, a revista é publicada em 31 idiomas. Somadas, as edições têm uma circulação próxima a nove milhões de exemplares por mês, com mais de 50 milhões de leitores mensais. A versão nacional, impressa pela *Editora Abril*, tem circulação total de 46.650 exemplares. Esta versão contém os artigos traduzidos do inglês, e uma pequena parte de artigos e entrevistas produzidos localmente.

O *website*⁷ da *National Geographic Brasil* tem conteúdo exclusivo, e alguns artigos da edição impressa. Também são publicados vídeos e fotografias.

4.4 PESQUISA FAPESP

A revista *Pesquisa FAPESP* foi lançada em outubro de 1999, pela *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*, uma das principais agências de fomento no Brasil. O objetivo básico da publicação é difundir e valorizar os resultados da produção científica e tecnológica brasileira.

O principal foco da revista *Pesquisa FAPESP* está na produção científica nacional, mas também são noticiadas pontualmente as novidades internacionais. Por isso, a revista funciona como um pólo de contato entre os pesquisadores brasileiros.

Atualmente, a tiragem da revista fica em torno de 35.700 exemplares. A revista começou como um informativo, chamado *Notícias FAPESP*, lançado em agosto de 1995, com distribuição gratuita para pesquisadores paulistas, gestores de política nacional de ciência e tecnologia e jornalistas. Virou revista quatro anos mais tarde e, desde março de 2002, além de ser enviada gratuitamente para uma lista de 22 mil pesquisadores, passou a vender assinaturas e a ser comercializada em bancas de jornal, primeiro no estado de São Paulo, e, pouco depois, em outras capitais brasileiras.

⁷ <http://nationalgeographic.abril.com.br>

A versão *online*⁸ da revista contém a íntegra do texto da versão impressa e também notícias sobre ciência e tecnologia produzidas no Brasil e no exterior. Os números anteriores também estão disponíveis, e versões em inglês e espanhol são disponibilizadas aos poucos, à medida que os textos são traduzidos.

4.5 SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL

A *Scientific American Brasil* é a versão brasileira da revista de divulgação científica que está há mais tempo em circulação nos Estados Unidos. A *Scientific American* foi lançada em agosto de 1845. A versão original é uma publicação respeitada, apesar de não ser composta por artigos revisados por pares, e é um fórum onde teorias científicas e descobertas são explicadas para o público em geral. No passado, a revista era lida por cientistas que tinham interesse em outras áreas do conhecimento. Hoje, entretanto, o público-alvo da revista são leitores em geral, com bom nível de educação, interessados em questões científicas. A circulação da edição norte americana é de cerca de 555 mil nos Estados Unidos e de 90 mil em outros países.

Em sua longa história, a *Scientific American* noticiou alguns momentos importantes do progresso da ciência e da tecnologia, como a invenção do telefone por Alexandre Graham Bell e da lâmpada incandescente por Thomas Edison. Em 1897, a revista publicou imagens obtidas pela nova técnica de raios-x e noticiou a invenção do cinematógrafo de Lumière.

Atualmente, a *Scientific American* é publicada em 18 línguas em vários países do mundo. A edição brasileira estreou em junho de 2002, com matérias jornalísticas e artigos escritos por cientistas traduzidos da versão norte-americana, além de colunas assinadas por nomes brasileiros e alguns artigos produzidos localmente.

O *website* da *Scientific American*⁹ disponibiliza parte dos artigos, notícias e reportagens, e também mantém um *weblog*¹⁰ com comentários sobre temas de ciências.

⁸ www.revistapesquisa.fapesp.br

⁹ www.sciam.com.br

¹⁰ Página em que são publicados comentários e novidades, em forma de texto, imagem e vídeo.

4.6 SUPERINTERESSANTE

Em 1987, a *Editora Abril* comprou os direitos de publicar no Brasil a revista espanhola *Muy Interessante*, com o objetivo de simplesmente traduzir as matérias para o português e manter as páginas exatamente iguais às da versão espanhola. A primeira edição foi distribuída gratuitamente como encarte em outras revistas da *Editora Abril*. Dois milhões de exemplares foram distribuídos. A amostra grátis incluía uma discussão sobre inteligência de robôs, um debate sobre a existência de planetas e seres vivos fora do sistema solar, e uma matéria sobre a vida amorosa dos animais.

No dia em que a edição nº 1 chegou às bancas, em setembro de 1987, cinco mil pessoas já eram assinantes. A primeira edição foi esgotada e teve que ser reimpressa.

A primeira reforma gráfica aconteceu em novembro de 1994. A revista ficou mais informal e popular, e suas matérias passaram a ser acompanhadas de infográficos e ilustrações mais trabalhados.

Em agosto de 2000, uma nova mudança deixou a revista ainda mais informal. O objetivo era diminuir a distância com o leitor, e acrescentar temas polêmicos, como drogas, eutanásia e temas religiosos. A nova fórmula aumentou as vendas: a média mensal de exemplares comprados em 2001 foi de 111 mil (no ano anterior, a média tinha sido de 93 mil; dois anos antes fora de 80 mil; dez anos antes, 40 mil).

A revista ganhou novos leitores, mas também passou a ser alvo de críticas vindas de especialistas em divulgação científica. Eles consideram a revista sensacionalista, e a acusam de reduzir a ciência à análise de curiosidades e publicar pesquisas que não têm credibilidade na comunidade científica:

Em matéria de desinformação científica, a *Superinteressante* vem executando o serviço com maestria há anos, como qualquer leitor minimamente engajado em divulgação científica compromissada, como a edição brasileira da *Scientific American*, é capaz de acusar. (DORIA, 2007).

COSTA (2007) considera sensacionalistas as revistas *Galileu* e *Superinteressante*:

Não há como esconder o tom predominantemente sensacionalista que caracteriza as revistas *Galileu* e *Superinteressante*; desde a preferência por assuntos em moda ou (falsamente) polêmicos [...] até a confecção e publicação de capas apelativas. Em particular, no caso da *Superinteressante* (que há uns dois ou três anos passou por mudanças na equipe editorial, com o objetivo de meramente duplicar a sua tiragem, que já era de portentosos 400 mil exemplares/mês), tudo parece ser feito com o

intuito de chamar a atenção do incauto leitor, mesmo que para isso seja necessário reduzir (ainda mais) o conteúdo (pretensamente) científico de suas páginas, oferecer cada vez mais quinilharias eletrônicas e, claro, publicar com frequência capas exibindo nus femininos. (COSTA, 2007).

O público-alvo da *Superinteressante* é o jovem adulto, entre 18 e 25 anos. Entre as revistas analisadas neste trabalho, a *Superinteressante* é a que tem maior tiragem: 422.240 exemplares, a circulação líquida é de 323.740 exemplares mensais (231.670 por assinatura e 92.070 nas bancas).

O *website*¹¹ da revista *Superinteressante* disponibiliza gratuitamente parte do acervo de textos da revista. Todas as edições desde a primeira até a de um ano atrás podem ser lidas. O site também publica vídeos, *podcasts*, colunas exclusivas e *weblogs*.

Por terem linguagem mais acessível, discurso mais informal e imagens mais elaboradas, as revistas deste segmento atraem o leitor não-especializado. Assim, elas desempenham uma função no processo de alfabetização científica, e podem ajudar a substituir o estereótipo da ciência como algo distante, impossível de compreender, feito em laboratórios de última geração por gênios brilhantes, por um conceito de ciência como parte do cotidiano de todos. É importante que vários setores trabalhem juntos na tarefa de fazer as pessoas se interessarem por este tema que consideram difícil de compreender. A mídia certamente tem um papel fundamental na construção da cultura científica.

A cultura científica, as interações entre ciência e sociedade e a popularização da ciência são os temas discutidos no próximo capítulo.

¹¹ www.superinteressante.com.br

5 CULTURA CIENTÍFICA

Define-se por *cultura científica* o “amplo e cada vez mais difundido fenômeno da divulgação científica e da inserção no dia-a-dia da nossa sociedade dos temas da ciência e da tecnologia.” (VOGT, 2003). Neste termo estão incluídos os conceitos de *alfabetização científica, popularização da ciência e percepção/compreensão pública da ciência*. A vantagem da expressão *cultura científica*, segundo Vogt (2003), além de englobar todas as outras, é que ela contém, em seu campo de significações, a idéia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural,

[...] quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história. (VOGT, 2003).

O conceito de cultura científica é identificado como um aspecto mais estrutural da sociedade. Vogt e Polino (2003) afirmam que a cultura científica não é um atributo de indivíduos, mas de sociedades:

Embora estas sejam constituídas por indivíduos, não se poderia afirmar que cada indivíduo ‘representa’ a sociedade e, portanto, o conjunto de sua cultura, mas que cada um deles mantém uma relação com a sociedade que é irreduzível tanto a esta quanto àquela. Nesse sentido, a cultura de ciência e tecnologia não consiste somente em um estoque de conhecimentos codificados que o indivíduo incorpora, mas também implica outras dimensões não menos relevantes. [como práticas científicas e tecnológicas institucionalizadas e práticas de racionalidade científica e tecnológica aplicadas a diferentes âmbitos institucionais]. (VOGT e POLINO, 2003, p. 42).

Vogt (2003) propõe a visualização da dinâmica da cultura científica na forma de uma espiral, que representa as relações inerentes e necessárias entre a ciência e a cultura. Distribuídos nos quadrantes estão os atores desta dinâmica.

Tomando-se como ponto de partida a dinâmica da *produção* e da circulação do conhecimento científico entre pares, isto é, da *difusão científica*, a espiral desenha, em sua evolução, um segundo quadrante, o do *ensino da ciência e da formação de cientistas*; caminha, então, para o terceiro quadrante e configura o conjunto de ações e predicados do *ensino para a ciência* e volta, no quarto quadrante, completando o ciclo, ao eixo de partida, para identificar aí as atividades próprias da *divulgação científica*. (VOGT, 2003).

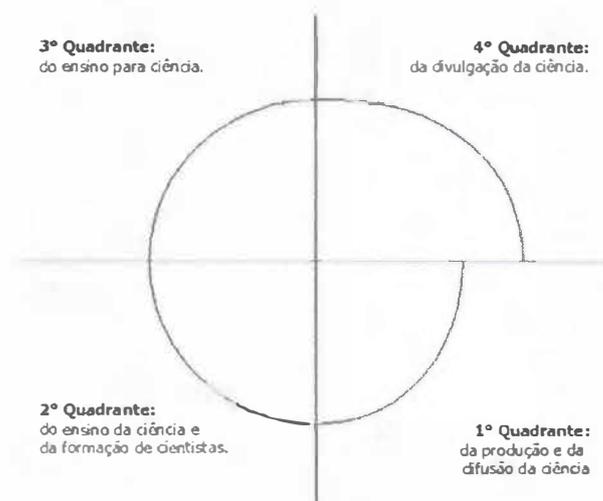


FIGURA 1 – A ESPIRAL DA CULTURA CIENTÍFICA

FONTE: Com Ciência

O que é importante notar é que a espiral da cultura científica, ao completar sua evolução, retornando ao eixo de partida, não retorna ao mesmo ponto de partida, mas a um “ponto alargado de conhecimento e de participação da cidadania no processo dinâmico da ciência e de suas relações com a sociedade, abrindo-se com a sua chegada ao ponto de partida” (VOGT, 2003). Em não havendo descontinuidade no processo, um novo ciclo de enriquecimento e de participação ativa dos atores em cada um dos momentos de sua evolução se dá.

Com a expansão do conhecimento, o nosso cotidiano está cada vez mais envolvido em ciência e tecnologia. Muito se discute sobre novas tecnologias, particularmente seus impactos para a resolução (ou não) dos problemas da humanidade. A vida moderna está cada vez mais dependente da ciência. Portanto, é importante que as pessoas sejam capazes de interpretar e negociar o conhecimento científico em conjunto com outras formas de conhecimento.

A ciência muda constantemente, e profundamente. Devem ser consideradas suas transformações quando se pretende compartilhar o saber científico, para não fracassar no propósito de fornecer uma imagem da ciência que corresponda à realidade. Lévy-Leblond (2005, p. 46) descreve a complexidade da situação atual da ciência a partir de paradoxos. Em sua opinião, há um paradoxo cultural, enunciado da seguinte maneira: “Nunca a difusão da ciência dispôs de tantos meios (mídia, livros, museus, etc.) como agora – mas a racionalidade científica permanece ameaçada, isolada e sem ação sobre as ideologias que a recusam, ou (pior) que a recuperam.”

Lévy-Leblond (2005) aponta a ironia na conjuntura midiática, que vê os modernos meios de comunicação adquirirem cada vez maior variedade e eficácia, graças às contribuições das tecnociências, mas difunde uma parcela reduzida dos princípios de base. As ondas eletromagnéticas, os tubos eletrônicos e as placas de transistores raramente exibem aos seus utilizadores aquilo que as constitui. “Maior ainda que a dificuldade que nossas sociedades têm para compartilhar o saber tecnocientífico é sua incapacidade de difundir os valores de racionalidade e de espírito crítico sobre os quais se funda esse saber, o que testemunha situação paradoxal.” (LÉVY-LEBLOND, 2005, p. 47).

Sagan (1996) concorda com esta posição, e diz que a televisão perde a oportunidade de abordar a ciência de forma enriquecedora. Na ficção, ele critica o estereótipo do cientista maluco, impulsionado pelo desejo de poder, comum em programas populares e infantis da televisão. A mensagem que se transmite é a de que a ciência é perigosa e os cientistas são loucos. Nos programas especiais, a ciência é tratada de forma superficial, quando não errônea.

O meio mais eficaz de despertar o interesse pela ciência é de longe a televisão. Mas esse meio de comunicação extremamente poderoso não está fazendo quase nada para transmitir as alegrias e os métodos da ciência, enquanto a máquina do “cientista maluco” continua a soprar e bufar pela estrada. (SAGAN, 1996, p. 364).

5.1 A DIVULGAÇÃO NA CULTURA CIENTÍFICA

A divulgação científica deve se constituir em instrução popular bem orientada, que não permita a ilusão sobre os limites desse saber e sobre as reais possibilidades que ele confere.

Há uma diferença entre a divulgação científica que se baseia apenas nas descobertas e nos produtos da ciência, e aquela que revela o seu método. Sagan (1996, p. 37) afirma que se comunicarmos apenas as descobertas científicas, sem ensinar o seu método crítico, uma pessoa média não poderá distinguir ciência de pseudociência.

É um desafio supremo para o divulgador da ciência deixar bem clara a história real e tortuosa das grandes descobertas, bem como os equívocos e, por vezes, a recusa obstinada de seus profissionais a tomar outro caminho. Muitos textos escolares, talvez a maioria dos livros didáticos científicos, são levianos nesse ponto. É muitíssimo mais fácil apresentar de modo atraente

a sabedoria destilada durante séculos de interrogação paciente e coletiva da Natureza do que detalhar o confuso mecanismo da destilação. O método da ciência, por mais enfadonho e ranzinza que pareça, é muito mais importante do que as descobertas dela. (SAGAN, 1996, p. 37).

Outro problema decorrente do jornalismo que prioriza as grandes descobertas é apontado por Adeodato (2002): este jornalismo reforça as fantasias de fantásticas descobertas, e menospreza soluções que permitam a sobrevivência no presente imediato. O autor acredita que o jornalismo científico, por ser voltado para o público de classes A e B, ignora as informações que seriam úteis para a sobrevivência das classes menos favorecidas da população. A imagem da ciência como epopéia de “grandes descobertas” é alimentada também pelas narrativas escolares e a ficção científica.

A popularização da ciência, indispensável à cidadania, é parcial. Após muitos anos de discussão sobre as funções da ciência nos meios de comunicação em sucessivos congressos e mesas-redondas, chegou a hora de assumirmos um desafio mais prático. [...] É preciso desprender-se do passado – e do presente – elitista, que vê a ciência como objeto de consumo e de soluções somente dos mais ricos. (ADEODATO, 2002, p. 223).

Um caminho para apresentar um produto que atenda melhor as necessidades do público é conhecer as audiências. Por muito tempo, as rotinas de trabalho dos jornalistas atenderam às necessidades das suas organizações e das suas fontes de informação. Mas o movimento em direção a um jornalismo de popularização, que pretende ter melhor compreensão das audiências, oferece algumas promessas. Rogers (2005) notou a importância deste movimento e ressaltou que:

Os jornalistas parecem ter uma compreensão deficiente sobre o público. Pode-se argumentar que essa compreensão é particularmente importante para os jornalistas, porque o trabalho deles está centrado em fornecer informações exatamente para esses indivíduos. No entanto, de fato, os jornalistas trabalham com noções nebulosas e um tanto ingênuas de sua audiência. (ROGERS, 2005, p. 54).

Compreender as audiências é um dos propósitos dos estudos de recepção, a concepção teórica, utilizada neste trabalho, que analisa as relações entre a cultura, e outras formas de comunicação, e os sujeitos sociais. O capítulo seguinte traz mais detalhes sobre os estudos de recepção.

6 OS ESTUDOS DE RECEPÇÃO

Para esta pesquisa, escolheu-se a perspectiva dos estudos de recepção, pois se entende que o estudante universitário, leitor de divulgação científica, tem o papel de produzir significado a partir desta recepção. A comunicação produzida pelas revistas de divulgação científica é consumida por este público específico, que inclui futuros pesquisadores e professores, que certamente serão ponto de partida de novos significados, comunicações e construções.

Desde que os meios de comunicação de massa apareceram na sociedade e ganharam popularidade, pesquisadores de comunicação têm interesse na relação destes com o receptor. Porém, apenas recentemente o receptor deixa de ser visto como um agente passivo no processo de comunicação, sujeito aos efeitos do estímulo comunicativo, capazes de definir as opiniões e atitudes dos indivíduos. Várias correntes pensaram o receptor sob esta ótica, como os estudos da *Escola de Chicago*, a *Mass Communication Research* e a *Indústria Cultural* (MATTELART, A. e M., 2006).

Na década de 1960, os *Estudos Culturais* inauguram uma nova perspectiva teórica, em que a comunicação de massa é vista como integrada às demais práticas da vida diária. A obra "*The long revolution*", de Raymond Williams é um marco desta ruptura, pois vê a cultura como um processo global por meio do qual as significações são social e historicamente construídas; a literatura e a arte são apenas uma parte da comunicação social. Esta perspectiva permite estudar a relação entre cultura e as outras práticas sociais (MATTELART, A. e M., 2006).

Na América Latina, a partir dos anos 1970, as pesquisas de comunicação também têm enfoque nas conexões entre a cultura e a sociedade, e priorizam as experiências dos sujeitos sociais. As obras que marcam essa corrente são as de autores como Nestor Garcia Canclini, com seus processos de hibridização cultural e consumo cultural, e Jesús Martín-Barbero, que transfere a reflexão dos meios às mediações.

Martín-Barbero (2002, p. 39) nos diz que a recepção "não é apenas uma etapa do processo de comunicação. É um lugar novo, de onde devemos repensar os estudos e a pesquisa de comunicação". Este novo lugar é o de rever e repensar o processo inteiro da comunicação. Este modelo de pesquisa de recepção levou à ruptura do modelo mecânico, aquele em que não há verdadeiros atores nem

verdadeiros intercâmbios. Neste modelo, a mensagem caminha de um pólo ao outro e chega com significado pronto, a recepção é o ponto de chegada de um significado construído, e assim a comunicação é concluída. Esta concepção confunde o processo de comunicação com o significado das mensagens, ou mesmo com a linguagem dos meios.

Evidentemente, ela está sustentada em uma epistemologia condutista, segundo a qual a iniciativa da atividade comunicativa está toda colocada no lado do emissor, enquanto do lado do receptor a única possibilidade seria a de reagir aos estímulos que lhe envia o emissor. Essa concepção epistemológica condutista realmente faz da recepção unicamente um lugar de chegada e nunca um lugar de partida, isto é, também de produção de sentido – o sentido que estava abolido pela significação apenas transmitida pelos estímulos que ela comportava. (MARTÍN-BARBERO, 2002, p. 41).

A concepção condutista se assemelha à epistemologia iluminista, segundo a qual o processo de educação era concebido como uma transmissão de conhecimento para quem não conhece. O receptor era uma *tábua rasa*, um recipiente vazio onde se depositavam conhecimentos produzidos em outro lugar. Outro ponto em comum entre as concepções iluminista e condutista, diz Martín-Barbero (2002), é o moralismo em torno do receptor. O receptor é uma vítima, um indivíduo manipulado, exposto ao sensacionalismo e manipulação dos meios de comunicação.

Quando a recepção é vista como um novo lugar e não uma etapa, são introduzidas o que Martín-Barbero (2002) chama de mediações, que devem ser levadas em conta pela pesquisa de comunicação. A primeira são as diferentes temporalidades, ou seja, a história não é um movimento uniforme, mas sim uma multiplicidade de histórias. A temporalidade é heterogênea e processos de modernidade e de tradição se articulam. A segunda é a mediação das novas fragmentações sociais e culturais. “Durante muito tempo estudamos comunicação sem pensar no seu papel na reorganização da divisão social” (MARTÍN-BARBERO, 2002, p. 45).

Outra dimensão da recepção é a exclusão cultural. “Não podemos estudar a recepção nem observar a comunicação com base na recepção sem analisar os processos de exclusão cultural” (MARTÍN-BARBERO, 2002, p. 52). Uma forma de exclusão cultural é deslegitimar o gosto popular com base no mau gosto ou na falta de gosto.

Jacks (2002, p. 153) explica que deslocar o eixo das pesquisas para as mediações não significa desconsiderar a importância dos meios, “mas evidenciar que o que se passa na recepção é algo que diz respeito ao seu modo de vida, cuja lógica deriva de um universo cultural próprio, incrustado em uma memória e em um imaginário que são decorrentes de suas condições concretas de existência”.

Segundo Jacks (2002), reconhecer o receptor como elemento significativo do processo de comunicação evoca uma nova sensibilidade, e significa a superação de um sistema de idéias que estruturava todo o social.

As conseqüências desse novo entendimento foram a aproximação das noções de cultura e de comunicação, resultando nas mediações como objeto de estudo; a escolha do cotidiano como espaço-tempo de análise; o reconhecimento dos receptores populares como sujeitos capazes de produção de sentido. (JACKS, 2002, p. 152).

Outros autores abordaram a questão da interação entre o emissor e o receptor na produção de sentido, em obras de literatura e arte. Barthes (1977), em seu ensaio sobre “a morte do autor”, afirma que o sentido último de todo texto cultural é liberado pelo leitor.

Um texto é feito de múltiplas escritas, é extraído de muitas culturas [...], mas tem um lugar onde esta multiplicidade é focalizada e este lugar é o leitor, e não, como dito até agora, o autor. O leitor é o espaço em que todas as citações que formam um texto estão inscritas sem que nenhuma delas seja perdida; a unidade de um texto não está em sua origem, mas em seu destino. [...] A crítica clássica nunca deu atenção ao leitor; para ela, o escritor é a única pessoa na literatura. [...] Sabemos que para dar à escrita seu futuro, é necessário inverter o mito: o nascimento do leitor deve ser às custas da morte do Autor. (BARTHES, 1977, tradução minha).

Já Sartre (1989, p. 30) vê a obra como resultado da ação do autor e do leitor: “Há um esforço conjugado entre o autor e o leitor, que fará surgir esse objeto concreto e imaginário que é a obra do espírito”. Umberto Eco (1997) relaciona o papel co-criador do receptor à transformação da arte e da literatura, que buscam a ambigüidade como valor, oferecendo obras abertas à multiplicidade de significações.

O artista produtor sabe que estrutura, com seu objeto, uma mensagem: não pode ignorar que trabalha para um receptor. Sabe que esse interpretará o objeto-mensagem perfilando todas as suas ambigüidades, mas não se sente por isso menos responsável por essa cadeia de comunicação. (ECO, 1997, p. 46).

7 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho teve início com a revisão da bibliografia disponível sobre os temas que permeiam esta pesquisa: jornalismo científico, divulgação científica, estudos de recepção, ciência e sociedade. Depois de definidos os conceitos dos processos de difusão de informação científica, fez-se um levantamento das revistas de circulação nacional que se encaixassem na definição de “revista de divulgação científica”; foram seis as revistas identificadas: *Ciência Hoje*, *Galileu*, *National Geographic Brasil*, *Pesquisa FAPESP*, *Scientific American Brasil* e *Superinteressante*. Então, dados sobre histórico, perfil, público-alvo e tiragem de cada revista foram solicitados através de contatos por email com editores, redatores e pessoal do atendimento ao leitor de cada uma delas.

A metodologia escolhida para esta pesquisa, que foi dividida em duas etapas, foi uma combinação de técnicas quantitativas e qualitativas de coleta de dados. Foram combinadas técnicas de amostragem probabilística e não-probabilística; na primeira etapa, selecionou-se uma amostra aleatória para a qual foi aplicado um questionário, levando-se em conta a representatividade estatística do universo de pesquisa (estudantes de graduação da Universidade Federal do Paraná). Em seguida, selecionou-se uma subamostra com base no critério de representatividade social (e não mais estatística), à qual se aplicou um questionário aberto. Esta técnica é indicada por Lopes (2003), na obra “*Pesquisa em comunicação*”.

O universo de pesquisa foi assim escolhido por representar um grupo de pessoas que vivem a ciência em seu dia-a-dia, e que fazem parte do público-alvo de todas as revistas analisadas. Escolheu-se trabalhar com consumidores de revistas de divulgação científica, e não de outros veículos de comunicação, porque o hábito de ler uma revista especializada pressupõe uma atitude ativa de consumo de informação científica. Nos jornais, na televisão, no rádio e na internet, as notícias científicas estão dispersas, e o público as recebe de forma mais passiva. Mesmo que a amostra não seja representativa de todos os leitores de revistas de divulgação científica do país, ou mesmo da cidade, este estudo fornece indicativos do imaginário a respeito de ciência daqueles que se preparam para atuar em carreiras científicas. Ainda, esta pesquisa constitui um exercício metodológico, pois permite a verificação de indicadores e estratégias de análise, e pode ser aplicada a outras populações.

7.1.1 O questionário quantitativo

O questionário da pesquisa quantitativa (ANEXO A) foi elaborado com base em dois trabalhos anteriores; o primeiro é o “Projeto Ibero-americano de Indicadores de Percepção Pública, Cultura científica e Participação dos Cidadãos”¹³. Este projeto começou em 2001, para o desenvolvimento de uma geração de indicadores que permitissem avaliar a evolução de três dimensões de análise: a percepção pública, a cultura científica e a participação dos cidadãos. Estas dimensões são importantes para a compreensão da dinâmica de interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Os resultados da pesquisa derivada deste projeto, realizada no Brasil, Argentina, Espanha e Uruguai, foram organizados por Vogt e Polino (2003), no livro “Percepção pública da ciência: Resultados da Pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai”.

O segundo trabalho que serviu de base para esta pesquisa é o estudo “*Science and the public: A review of science communication and public attitudes to science in Britain*”¹⁴ (2000), conduzido em conjunto pelo departamento de ciência e tecnologia do Parlamento Britânico, o “*Office of Science and Technology*”, e pela “*Wellcome Trust*”, fundação de caridade baseada no Reino Unido. Esta foi uma extensa pesquisa que analisou detalhadamente a comunicação científica e as atitudes do público com relação à ciência na Grã-Bretanha, com o objetivo de providenciar informações para futuras estratégias de comunicação científica e novas políticas.

O papel destes dois estudos neste presente trabalho foi o de linha guia para os indicadores de percepção pública da ciência. O questionário da pesquisa quantitativa usou como referência os questionários destes dois estudos, que sofreram edições, acréscimos e adaptações até que se produzisse um questionário adequado aos propósitos desta pesquisa, que também leva em conta a dimensão do jornalismo científico.

Além da pesquisa de opinião com os leitores das revistas, um dado importante é a proporção de estudantes que não lê nenhuma revista de divulgação

¹³ O Projeto foi conduzido pela Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI) e pela Rede Ibero-Americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (RICYT/CYTED).

¹⁴ “Ciência e o público: Uma avaliação da comunicação científica e da atitude pública em relação à ciência na Grã Bretanha”.

científica. Para se obter este dado, a primeira questão do questionário pergunta se o entrevistado lê alguma das revistas listadas, se ele não lê nenhuma delas, deve apenas apontar o motivo por que não lê nenhuma das revistas, e encerrar sua participação. Aqueles que lêem pelo menos uma revista, com qualquer frequência, devem seguir respondendo as questões até o final.

Não se trabalhou com a opinião do grupo não-leitor de divulgação científica, pois um dos objetivos desta pesquisa é compreender melhor a relação entre jornalismo científico e público receptor, possibilitando assim uma melhoria na qualidade da divulgação científica.

O questionário produzido tem 20 questões, que avaliam os hábitos de consumo de informação científica pelos leitores e suas percepções sobre ciência, pesquisa nacional e participação dos cidadãos em questões de C&T. As questões 1 a 7 investigam os hábitos de consumo de informações científicas dos entrevistados; que revistas eles lêem, com que frequência, que outros veículos de comunicação são usados para informação de C&T, por que eles se informam sobre estes assuntos, quais são os temas considerados mais interessantes e quais suas opiniões acerca da linguagem usada pelas revistas. As questões de 8 a 15 avaliam a percepção da ciência, o imaginário sobre o cientista, a ciência, seus riscos e benefícios, e também a opinião dos entrevistados sobre os resultados obtidos pela ciência e sobre a pesquisa científica nacional. Nas questões 16 e 17, os entrevistados indicam as fontes em que confiam para receber informação precisa sobre C&T, e aquelas em que não confiam. Nas questões 18 a 20, os entrevistados dão sua opinião sobre participação dos cidadãos em questões científicas.

Entre agosto e outubro de 2007, o questionário foi distribuído pessoalmente aos alunos, com o auxílio de colegas e professores de diferentes cursos, nos prédios da universidade, e recolhido em seguida. Além de ser distribuído pessoalmente, o questionário ficou disponível na internet¹⁵, e seu endereço foi divulgado para os estudantes através de mensagens nos fóruns de discussão online dos cursos de graduação da UFPR, e pessoalmente no momento da coleta de dados.

O entrevistado que quisesse participar da segunda etapa da pesquisa podia deixar seu email no fim do questionário. Desta forma, as pessoas que manifestaram este interesse foram convidadas a participar da etapa qualitativa da pesquisa.

¹⁵ No endereço www.naeradigital.com

7.2 PESQUISA QUALITATIVA

Para a segunda etapa da pesquisa, foram convidadas as pessoas que deixaram seu email no primeiro questionário, afirmando que gostariam de participar. Das 58 pessoas convidadas, 9 responderam a pesquisa.

Esta pesquisa consistiu de um questionário de seis questões abertas (ANEXO B), hospedado em página da internet. Os entrevistados podiam ler, pela página da internet, uma matéria selecionada de cada revista, para se familiarizarem com os títulos que porventura não conhecessem. Em seguida, eles deveriam fazer comparações entre as revistas e dar sua opinião sobre os textos. O tema escolhido para as matérias selecionadas foi “energia e combustíveis”, por ser este um tema pelo qual as pessoas têm interesse, como revelado pela primeira etapa da pesquisa (ver capítulo seguinte). Procurou-se selecionar as matérias que representassem bem as características da linguagem de cada veículo (ANEXOS C, D, E, F, G, H).

7.2.1 O questionário

Este questionário foi composto por seis questões abertas; as duas primeiras perguntavam por que o leitor lê uma ou mais revistas e não lê as outras. Foi pedido que deixassem sua opinião sobre linguagem, parte gráfica, credibilidade, temática e densidade das matérias das revistas que o entrevistado conhecesse.

A seguir, uma questão perguntava se as revistas deveriam dar espaço a assuntos que não são considerados científicos para muitas pessoas, como paranormalidade, astrologia, terapias alternativas e criacionismo.

As últimas três questões falavam sobre as matérias que estavam disponíveis. Aqui, o entrevistado deveria fazer uma comparação entre os textos; qual foi mais agradável de ler, qual linguagem é mais acessível, qual tratou o tema com a profundidade adequada. Ainda, o entrevistado deveria dizer se acha que o tema escolhido tem impacto em sua vida, e se as informações contidas nas matérias tinham credibilidade.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme explicitado no capítulo anterior, dois questionários foram usados nesta pesquisa. O primeiro, um questionário quantitativo, foi aplicado pessoalmente a alunos nos prédios da Universidade Federal do Paraná. Este primeiro questionário também ficou disponível na internet, e seu site foi divulgado para os alunos através de mensagens nos fóruns dos cursos da universidade, e pessoalmente durante a aplicação dos questionários. A segunda etapa, qualitativa, contou com um questionário de seis questões abertas. Este questionário esteve disponível em site da internet, e seu endereço foi divulgado aos alunos que participaram da primeira etapa e manifestaram interesse em participar da segunda etapa.

8.1 PESQUISA QUANTITATIVA

A seguir, os dados coletados na pesquisa são apresentados e comentados. No total, foram 281 questionários recebidos; destes, 112 foram aplicados pessoalmente, e 169 foram recebidos *online*.

A divisão dos entrevistados entre os prédios da universidade ficou da seguinte forma:

TABELA 1 – NÚMERO DE ENTREVISTADOS POR CAMPUS

Campus	Nº de entrevistados
Centro Politécnico	103
Jardim Botânico	44
D. Pedro I	39
Comunicação Social (Juvevê)	35
Santos Andrade	21
Agrárias	20
DeArtes	19
TOTAL	281

FONTE: Pesquisa de campo

A divisão dos entrevistados por gênero ficou equilibrada, com um número ligeiramente maior de entrevistados do sexo masculino, como mostra a tabela 2:

TABELA 2 – NÚMERO DE ENTREVISTADOS POR GÊNERO.

Sexo	Nº de entrevistados
Feminino	130
Masculino	151
TOTAL	281

FONTE: Pesquisa de campo

As questões 1 a 7 se referem aos hábitos de consumo de informação científica. Na primeira questão, o entrevistado deveria dizer se lê alguma das seis revistas de divulgação científica e a freqüência desta leitura. Aqueles entrevistados que são leitores de alguma das revistas deveriam continuar respondendo o questionário até o final; os entrevistados que não são leitores de qualquer das revistas deveriam apenas dizer o motivo por que não lêem.

A tabela 3¹⁶ mostra o número de leitores de cada revista, a freqüência de leitura (ocasional, mensal ou por assinatura) e o número de entrevistados que não lê nenhuma das revistas. Os motivos por que os entrevistados não lêem alguma revista de divulgação científica estão na tabela 4.

TABELA 3 – NÚMERO DE LEITORES E FREQUÊNCIA DE LEITURA

Revista	Ocasionalmente	Mensalmente	Assinante	TOTAL
Ciência Hoje	51	8	4	63
Galileu	59	3	6	68
National Geographic	52	9	3	64
Pesquisa FAPESP	15	2	0	17
Scientific American Brasil	48	5	3	56
Superinteressante	112	10	35	157
Nenhuma	-	-	-	92

FONTE: Pesquisa de campo

¹⁶ Como esta questão, assim como outras da pesquisa, permitiu a escolha de várias alternativas, o valor do somatório total de respostas ultrapassa o número de entrevistados.



GRÁFICO 1 – PERCENTUAL DE LEITORES POR REVISTA. FONTE: Pesquisa de campo

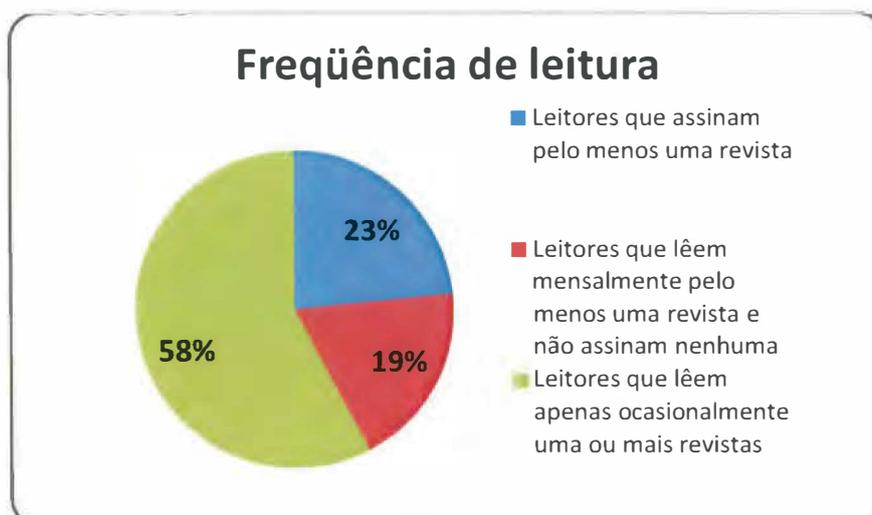


GRÁFICO 2 – FREQUÊNCIA DE LEITURA. FONTE: Pesquisa de campo



GRÁFICO 3 – Nº DE TÍTULOS LIDOS POR ENTREVISTADO. FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 4 – MOTIVOS POR QUE ESTUDANTES NÃO LÊEM NENHUMA DAS REVISTAS

Motivo	Nº de respostas
Não tenho interesse	42
Acho as revistas ruins	12
Não tenho tempo	17
Não conheço as revistas	0
Acho caro	9
Outro	12
TOTAL	92

FONTE: Pesquisa de campo

O gráfico 1, que relaciona a proporção dos leitores de cada revista, mostra que um terço dos entrevistados não são leitores de revistas de divulgação científica. A maior parte deles diz não ter interesse pelas revistas (TABELA 4). Entre os que marcaram a opção “outro motivo”, a maioria afirmou que não lê as revistas, pois elas não são aprofundadas, e que prefere ler artigos científicos. Uma parte afirmou que embora as ache interessante, não tem acesso às revistas.

O gráfico 2 mostra que a maior parte dos entrevistados, 58%, lê apenas ocasionalmente uma ou mais revistas. Os assinantes e os leitores mensais de pelo menos uma revista somam 23% e 19%, respectivamente. O gráfico 3 fala sobre a quantidade de revistas que os leitores consomem, a maior parte das pessoas lê dois títulos (33%). Em seguida, vêm os que lêem apenas um título, que são 30% do total.

Na segunda questão, os entrevistados deveriam descrever os outros meios pelos quais consomem informação de C&T. Cerca de 60% de todos os entrevistados, leitores e não-leitores, responderam esta questão descrevendo suas outras fontes de informação sobre ciências. Entre as fontes mais citadas, estão os cadernos de ciências de jornais e revistas semanais, canais e programas da TV a cabo, como o *Discovery Channel* e o *National Geographic Channel*, sites da internet (a maioria sem especificação), revistas de difusão científica, portais de notícias em geral e jornais televisivos em geral.

Na questão 3, de múltipla escolha, os entrevistados deveriam dizer por que se informam sobre ciência e tecnologia. A maioria das respostas indica que os entrevistados consideram a ciência um tema importante, sobre o qual devem se manter informados, e que, além disso, eles nutrem um gosto especial sobre este tema.

TABELA 5 – MOTIVOS POR QUE OS LEITORES SE INFORMAM SOBRE CIÊNCIAS

Motivo	Nº de respostas
Gosto especial pelos temas	110
Para manter-me informado sobre temas importantes	124
Para tomar decisões e saber como atuar	28
Porque são temas conflituosos para a sociedade	43
Preciso para o desempenho de minha profissão	57

FONTE: Pesquisa de campo

A quarta questão traz uma relação de tópicos que foram tema de matérias das revistas nos últimos meses. Entre os temas, há aqueles que têm maior impacto na vida da sociedade, como energia e novos medicamentos, há temas das áreas humanas, como sociologia e religião, há disciplinas das áreas exatas, como nanotecnologia, há fundamentos da ciência, como início do universo e mecânica quântica. O entrevistado deveria marcar seu grau de interesse com números de 1 a 3 (nenhum interesse, pouco interesse e muito interesse).

Os gráficos 4 a 6 detalham os assuntos preferidos do leitor. Os que estão no topo da lista são, de forma geral, os mais atuais e os que têm tido bastante cobertura pela mídia. São eles: internet, mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável, energia e combustíveis, evolução das espécies e genética.

Três dos temas têm relação com o meio ambiente, o que é compreensível, dada a atual preocupação com o aquecimento global e outras questões ambientais, que influenciam diretamente nossa vida. Os recentes avanços da genética, sendo o seqüenciamento do genoma humano sua maior conquista, ajudaram a transformar a agricultura, a medicina, e até áreas como a antropologia e a medicina forense. Por isso, não é estranho que o tema atraia muito interesse dos leitores. Já a evolução não causa transformações tão radicais em nossa vida (a curto prazo, pelo menos), mas tem sido peça central de debates envolvendo a sociedade, cientistas, governos e grupos religiosos nos Estados Unidos, e talvez este seja o motivo para o grande interesse do leitor.

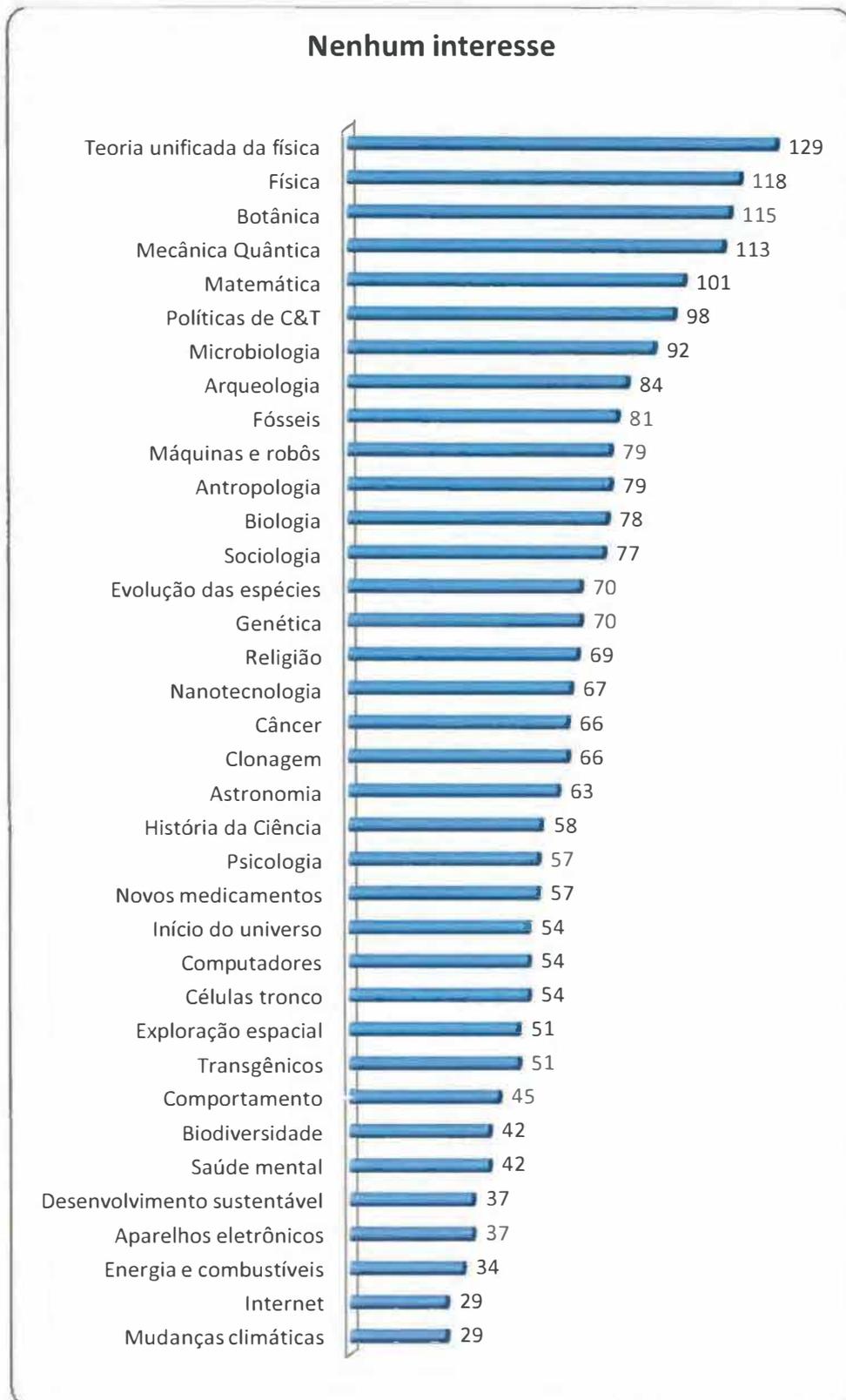


GRÁFICO 4 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “NENHUM INTERESSE” EM CADA TEMA

FONTE: Pesquisa de campo

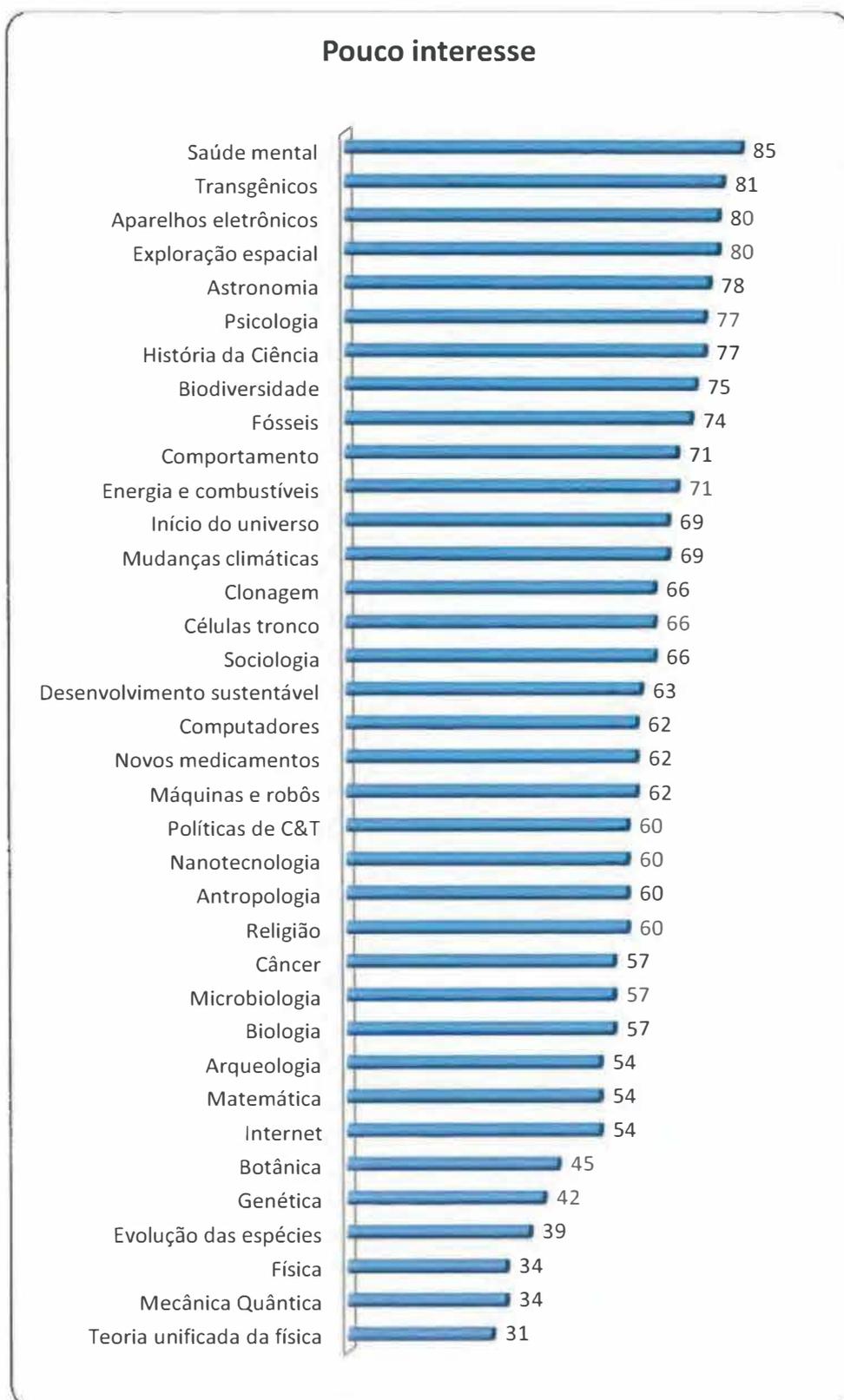


GRÁFICO 5 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “POUCO INTERESSE” EM CADA TEMA

FONTE: Pesquisa de campo

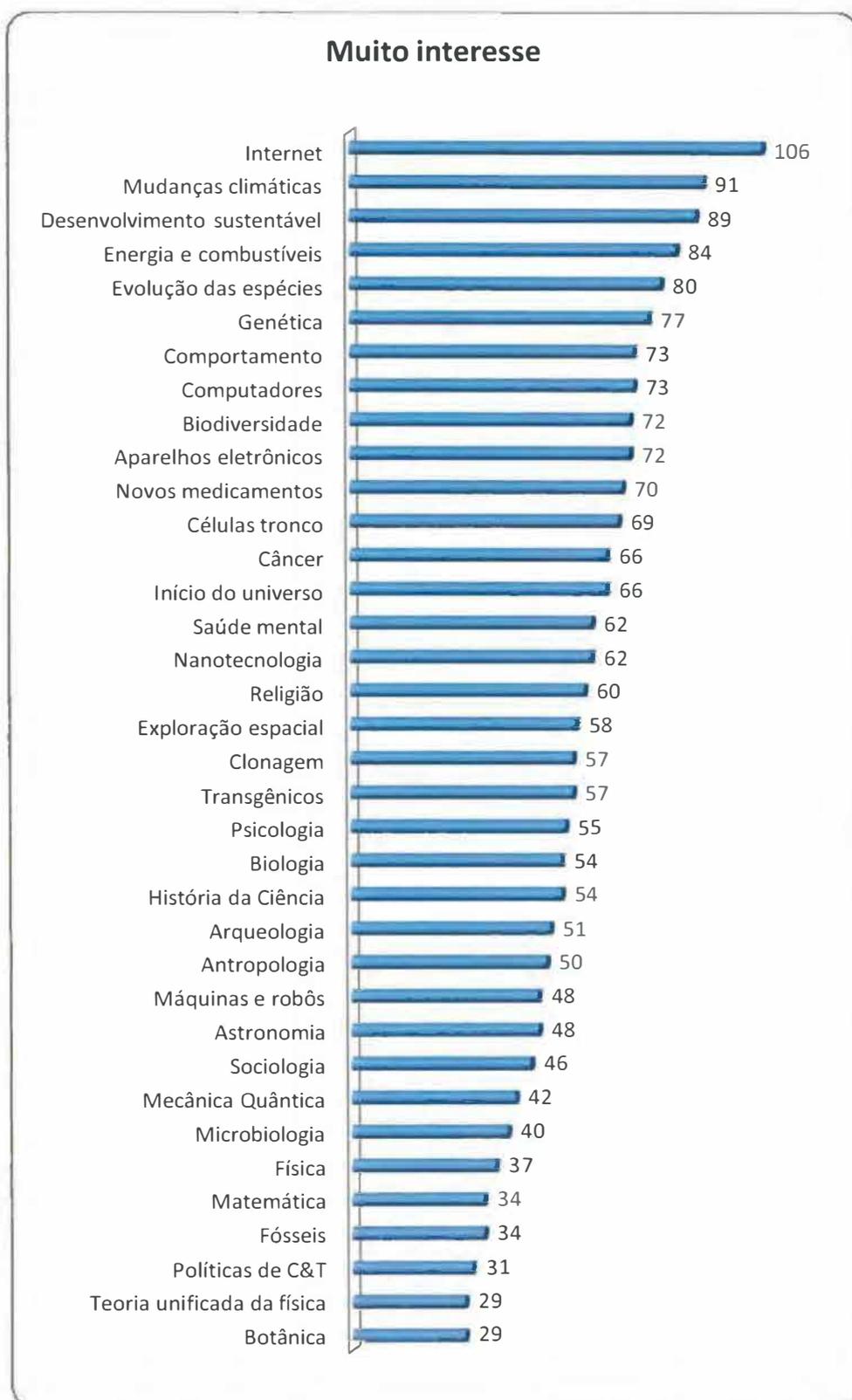


GRÁFICO 6 – NÚMERO DE LEITORES QUE TÊM “MUITO INTERESSE” EM CADA TEMA

FONTE: Pesquisa de campo

Abrindo a lista de temas que despertam “pouco interesse” no leitor estão: saúde mental, transgênicos, aparelhos eletrônicos, exploração espacial, astronomia, psicologia e história da ciência. Temas das ciências exatas, que normalmente precisam passar por adaptações de linguagem para serem comunicados ao público leigo, estão entre os que menos ganham a atenção dos leitores: teoria unificada da física, física, mecânica quântica e matemática, além de botânica e políticas de C&T.

A maioria dos leitores diz que encontra “às vezes” nas revistas os assuntos de seu interesse, mas uma porcentagem não muito menor afirmou que encontra “facilmente” seus temas favoritos (TABELA 6). A linguagem não representa problema para a maioria dos leitores, no que diz respeito à simplificação de conceitos complexos da ciência; 65% consideram a linguagem fácil de entender, 34% a consideram razoável, a opção que diz que a linguagem é difícil praticamente não teve adesão (TABELA 7).

TABELA 6 – DISPONIBILIDADE DOS ASSUNTOS DE INTERESSE NAS REVISTAS

Resposta	Nº de respostas
Sim, facilmente	86
Às vezes	103
Nunca	0
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 7 – LINGUAGEM DAS REVISTAS

Resposta	Nº de respostas
Fácil de entender. As revistas conseguem traduzir os conceitos científicos de forma que um leigo no assunto os entenda.	123
Razoável. Alguns temas são difíceis de compreender.	65
Difícil. A linguagem usada nas matérias não permite que um leigo compreenda os temas científicos.	1
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

Os leitores aproveitam as revistas para aprender assuntos de fora de seu domínio, como indica a tabela 8. A maior parte (51%) gosta de ler as matérias que tratam de temas complexos, 43% lêem artigos que não sejam da sua área, mas que

não sejam muito complexos. A minoria lê apenas o que diz respeito a sua área de conhecimento.

TABELA 8 – HÁBITO DE LER OUTROS ASSUNTOS

Resposta	Nº de respostas
Sim. Gosto de ler matérias sobre assuntos complicados que fogem à minha área.	96
Leio assuntos que não são da minha área e que não sejam tão complexos.	81
Não. Leio apenas as matérias relativas à minha área	11
TOTAL	188

FONTE: Pesquisa de campo

As questões de 8 a 15 fazem parte do núcleo da percepção da ciência, do imaginário social sobre ciência e o cientista. Este conjunto de questões pretende refletir as idéias sobre os benefícios e os riscos da ciência, as representações da ciência em sua relação com a sociedade e a vida cotidiana e a visão do desenvolvimento da ciência local. O imaginário social é entendido, na opinião de Vogt e Polino (2003, p. 77), como “o conjunto de imagens, expectativas, valorações sobre ciência e tecnologia como instituição, como instrumento de ação, como fonte do saber e da verdade e como grupo humano ou social com uma função específica”.

Os dados revelam que a visão dos entrevistados sobre a ciência é positiva. Na questão sobre o que melhor expressa a idéia de ciência (TABELA 9), quatro associações predominam nas respostas: melhoria da vida humana, compreensão do mundo natural, grandes descobertas e avanço técnico. Sobre os riscos associados à ciência, as respostas que ganharam maior adesão foram a utilização do conhecimento para a guerra e uma concentração maior do poder e da riqueza (TABELA 10).

Aqui, é interessante notar que a ciência vista como melhoria da vida humana vem em primeiro lugar, com 77% de adesão, ao lado da ciência vista como avanço técnico e grandes descobertas. É bom que se ressalte que a imagem da ciência como sinônimo de grandes descobertas é alimentada por narrativas escolares, pela ficção científica e pela divulgação científica.

TABELA 9 – EXPRESSÕES QUE MELHOR TRADUZEM A IDÉIA DE CIÊNCIA

Expressão	Nº de respostas
Grandes descobertas	118
Avanço técnico	106
Melhoria da vida humana	147
Compreensão do mundo natural	124
Transformação acelerada	15
Perigo de descontrole	14
Idéias que poucos entendem	2
Método de acúmulo de conhecimento	44
Respostas para todas as perguntas	9

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 10 – PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE A CIÊNCIA E TECNOLOGIA TRAZEM PARA A HUMANIDADE

Resposta	Nº de respostas
A perda de valores morais	20
Os perigos de aplicar alguns conhecimentos	74
O excesso de conhecimento	14
Uma concentração ainda maior do poder e da riqueza	89
A utilização do conhecimento para a guerra	112

FONTE: Pesquisa de campo

A visão positiva da ciência combina com uma boa imagem dos cientistas. A “vocação para o conhecimento” foi o valor mais apontado, com larga margem, como o que motiva um cientista a seguir uma carreira de pesquisas. “Resolver os problemas da população” vem em segundo lugar. “Ganhar dinheiro”, “conquistar poder” e “conquistar prêmios” não foram considerados motivações relevantes (TABELA 11). Sobre os resultados das pesquisas, 54% acreditam que eles têm aplicação prática, e 46% acreditam que eles podem ser úteis, mas não são totalmente difundidos e aplicados. Não houve quem afirmasse que estes resultados não têm aplicação prática (TABELA 12).

TABELA 11 – POR QUE ALGUÉM ESCOLHE UMA CARREIRA CIENTÍFICA

Motivo	Nº de respostas
Vocação para o conhecimento	127
Ter prestígio	15
Conquistar um prêmio importante	0
Fazer o bem	15
Conquistar poder	3
Resolver os problemas da população	21
Ganhar dinheiro	8
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 12 – UTILIDADE DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS CIENTISTAS

Resposta	Nº de respostas
São úteis, mas não se difundem	87
Têm aplicação prática	102
Não tem aplicação prática	0
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

A idéia predominante entre os entrevistados é a de que há um pouco de ciência e tecnologia, em determinadas áreas, no Brasil (TABELA 13). O público é quase unânime em afirmar que o financiamento estatal à pesquisa é “insuficiente” (TABELA 14), e esta insuficiência é considerada o principal obstáculo ao desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no país (TABELA 15). Outras questões, a seguir, reafirmam a visão do público de que a pesquisa deve ser amparada principalmente pelo Estado.

TABELA 13 – EXISTEM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO PAÍS?

Resposta	Nº de respostas
Um pouco de ciência e tecnologia em algumas áreas	133
Sim, muito desenvolvidas	44
Não existem	12
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 14 – A MANEIRA COMO O ESTADO FINANCIA A PESQUISA CIENTÍFICA

Resposta	Nº de respostas
Insuficiente	160
Razoavelmente suficiente	21
Muito suficiente	8
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 15 – POR QUE NÃO HÁ MAIOR DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Resposta	Nº de respostas
Não há bons cientistas	2
Pouco apoio estatal	118
Falta de interesse dos empresários	29
A ciência não interessa à população em geral	40
TOTAL	189

FONTE: Pesquisa de campo

Na questão 8, os entrevistados deveriam dizer se concordam ou não concordam com afirmações selecionadas a respeito da ciência. As tabelas 16 a 30 trazem em detalhes as respostas para cada afirmação.

Aqui também se confirma a imagem positiva que a ciência tem entre os estudantes de graduação da UFPR, pois a maioria concorda totalmente ou parcialmente com as afirmações: “É importante termos conhecimentos de ciência para o cotidiano”, “A ciência e a tecnologia tornam nossa vida mais fácil, mais saudável e mais confortável”. A maioria concorda também que para ter mais competitividade, o Brasil precisa desenvolver ciência e tecnologia, e que mesmo que uma pesquisa não traga benefícios imediatos, se ela avançar as fronteiras do conhecimento, merece ser patrocinada pelo Estado.

As afirmações com número equilibrado de leitores que concordam e discordam foram aquelas sobre o desenvolvimento da ciência; as opiniões se dividiram sobre se os cientistas estão experimentando coisas novas sem pensar nos riscos, se a sociedade se tornará cada vez mais irracional se descuidarmos da ciência, e na afirmação “não consigo acompanhar os desenvolvimentos da ciência e da tecnologia, porque elas se desenvolvem muito rápido”.

Entre as afirmações com as quais os entrevistados mais discordam estão algumas visões negativas da ciência: “a ciência e a tecnologia não se preocupam,

em geral, com os problemas da população”, “a ciência está saindo de controle e não há nada o que possamos fazer para detê-la” e “o mundo da ciência não pode ser compreendido pelas pessoas comuns. A afirmação “A ciência parece prometer a solução de todos os males, porém, estas são promessas que não se cumprem” também recebeu mais discordâncias do que concordâncias. Entretanto, o otimismo dos entrevistados não é exagerado e sua confiança na ciência é limitada, pois, para a maioria deles, a ciência não permitirá, com o tempo, compreender tudo o que acontece. Mesmo assim, 64% dos entrevistados concordam total ou parcialmente que a ciência é a melhor maneira de conhecimento sobre o mundo.

TABELA 16 – É IMPORTANTE TERMOS CONHECIMENTOS DE CIÊNCIA PARA O COTIDIANO

E importante termos conhecimentos de ciência para o cotidiano	Nº de respostas
Concordo totalmente	109
Concordo parcialmente	63
Não concordo nem discordo	9
Discordo parcialmente	6
Discordo totalmente	2

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 17 - A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA TORNAM NOSSA VIDA MAIS FÁCIL

A ciência e a tecnologia tornam nossa vida mais fácil, mais saudável e mais confortável	Nº de respostas
Concordo totalmente	97
Concordo parcialmente	74
Não concordo nem discordo	7
Discordo parcialmente	6
Discordo totalmente	5

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 18 – CIENT. ESTÃO EXPERIMENTANDO COISAS NOVAS SEM PENSAR NOS RISCOS

Cientistas estão experimentando coisas novas sem pensar nos riscos	Nº de respostas
Concordo totalmente	20
Concordo parcialmente	58
Não concordo nem discordo	34
Discordo parcialmente	54
Discordo totalmente	23

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 19 – NÓS CONFIAMOS MUITO NA CIÊNCIA E POUCO NA FÉ RELIGIOSA

Nós confiamos muito na ciência e pouco na fé religiosa	Nº de respostas
Concordo totalmente	11
Concordo parcialmente	29
Não concordo nem discordo	54
Discordo parcialmente	46
Discordo totalmente	49

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 20 – A CIÊNCIA ESTÁ SAINDO DE CONTROLE E NÃO HÁ O QUE POSSAMOS FAZER PARA DETÊ-LA

A ciência está saindo de controle e não há o que possamos fazer para detê-la	Nº de respostas
Concordo totalmente	6
Concordo parcialmente	6
Não concordo nem discordo	34
Discordo parcialmente	69
Discordo totalmente	74

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 21 – A C&T NÃO SE PREOCUPAM COM OS PROBLEMAS DA POPULAÇÃO

A ciência e a tecnologia não se preocupam, em geral, com os problemas da população	Nº de respostas
Concordo totalmente	3
Concordo parcialmente	26
Não concordo nem discordo	23
Discordo parcialmente	71
Discordo totalmente	66

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 22 – A CIÊNCIA É O MELHOR MEIO DE CONHECIMENTO SOBRE O MUNDO

A ciência é o melhor meio de conhecimento sobre o mundo	Nº de respostas
Concordo totalmente	54
Concordo parcialmente	67
Não concordo nem discordo	40
Discordo parcialmente	17
Discordo totalmente	11

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 23 – A CIÊNCIA PARECE PROMETER A SOLUÇÃO DE TODOS OS MALES, MAS, NO FINAL, SÃO PROMESSAS QUE NÃO SE CUMPREM

A ciência parece prometer a solução de todos os males, mas, no final, são promessas que não se cumprem	Nº de respostas
Concordo totalmente	2
Concordo parcialmente	54
Não concordo nem discordo	37
Discordo parcialmente	70
Discordo totalmente	26

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 24 – NÃO CONSIGO ACOMPANHAR OS DESENVOLVIMENTOS DA C&T

Não consigo acompanhar os desenvolvimentos da ciência e da tecnologia, porque elas se desenvolvem muito rápido	Nº de respostas
Concordo totalmente	20
Concordo parcialmente	37
Não concordo nem discordo	58
Discordo parcialmente	31
Discordo totalmente	43

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 25 – SE DESCUIDARMOS DA CIÊNCIA, A SOC. SERÁ CADA VEZ MAIS IRRACIONAL

Se descuidarmos da ciência, nossa sociedade será cada vez mais irracional	Nº de respostas
Concordo totalmente	31
Concordo parcialmente	40
Não concordo nem discordo	34
Discordo parcialmente	44
Discordo totalmente	40

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 26 – É IMPORTANTE QUE EXISTAM CIENT. QUE NÃO SEJAM LIGADOS À INDÚSTRIA

É importante que existam cientistas que não estejam ligados à indústria	Nº de respostas
Concordo totalmente	115
Concordo parcialmente	37
Não concordo nem discordo	14
Discordo parcialmente	9
Discordo totalmente	14

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 27 – A CIÊNCIA PERMITIRÁ COMPREENDER TUDO O QUE ACONTECE

Com o tempo, a ciência permitirá compreender tudo que acontece	Nº de respostas
Concordo totalmente	17
Concordo parcialmente	29
Não concordo nem discordo	46
Discordo parcialmente	40
Discordo totalmente	57

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 28 – O MUNDO DA CIÊNCIA NÃO PODE SER COMPREENDIDO PELAS PESSOAS COMUNS

O mundo da ciência não pode ser compreendido pelas pessoas comuns	Nº de respostas
Concordo totalmente	6
Concordo parcialmente	17
Não concordo nem discordo	23
Discordo parcialmente	46
Discordo totalmente	97

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 29 – O BRASIL PRECISA DESENVOLVER SUA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, PARA TER MAIOR COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL

O Brasil precisa desenvolver sua ciência e tecnologia, para ter maior competitividade internacional	Nº de respostas
Concordo totalmente	129
Concordo parcialmente	23
Não concordo nem discordo	17
Discordo parcialmente	6
Discordo totalmente	14

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 30 – MESMO QUE NÃO TRAGAM BENEFÍCIOS IMEDIATOS, PESQUISAS QUE AVANÇAM AS FRONTEIRAS DO CONHECIMENTO DEVEM SER PATROCINADAS PELOS GOVERNOS

Mesmo que não tragam benefícios imediatos, pesquisas que avançam as fronteiras do conhecimento devem ser patrocinadas pelos governos	Nº de respostas
Concordo totalmente	121
Concordo parcialmente	35
Não concordo nem discordo	11
Discordo parcialmente	14
Discordo totalmente	8

FONTE: Pesquisa de campo

Nas questões 16 e 17, o entrevistado deveria indicar em quais fontes ele confia para receber informações precisas sobre ciência e tecnologia. Ele também deveria apontar qual é a fonte mais confiável, e qual é a menos confiável, em sua opinião. A tabela 31 mostra quantas pessoas consideram confiável cada fonte. Em primeiro lugar, estão os cientistas de universidades, em seguida, vêm os cientistas de instituições públicas, os cientistas renomados e os livros de ciências, e os jornalistas especializados em ciências. Alguns entrevistados que responderam a pesquisa no papel se confundiram na interpretação da questão que pedia que fossem selecionadas uma fonte mais confiável e uma fonte menos confiável, e marcaram várias alternativas. Nestes casos, as respostas foram invalidadas.

TABELA 31 – FONTES CONFIÁVEIS PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE C&T

Fonte	Nº de respostas
Jornalistas da imprensa em geral	15
Jornalistas da imprensa especializada em ciências	119
Cientistas de instituições públicas	125
Cientistas de instituições privadas	98
Cientistas de universidades	164
ONGs	42
Comissões de conselho científico governamentais	39
Políticos e ministros do governo	0
Documentários de TV	81
Livros de ciências	122
Cientistas renomados	122

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 32 – A FONTE MAIS CONFIÁVEL PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE C&T

Fonte	Nº de respostas
Jornalistas da imprensa em geral	0
Jornalistas da imprensa especializada em ciências	20
Cientistas de instituições públicas	17
Cientistas de instituições privadas	0
Cientistas de universidades	87
ONGs	0
Comissões de conselho científico governamentais	0
Políticos e ministros do governo	0
Documentários de TV	6
Livros de ciências	1
Cientistas renomados	38

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 33 – A FONTE MENOS CONFIÁVEL PARA INFORMAÇÕES PRECISAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Fonte	Nº de respostas
Jornalistas da imprensa em geral	50
Jornalistas da imprensa especializada em ciências	0
Cientistas de instituições públicas	1
Cientistas de instituições privadas	3
Cientistas de universidades	0
ONGs	12
Comissões de conselho científico governamentais	3
Políticos e ministros do governo	87
Documentários de TV	12
Livros de ciências	0
Cientistas renomados	0

FONTE: Pesquisa de campo

A fonte mais confiável para se obter informações corretas sobre temas científicos é o cientista que trabalha em universidade. Em seguida, aparecem o cientista renomado, o jornalista especializado em ciências e o cientista de instituição pública. As outras opções não foram selecionadas com relevância (TABELA 32). A fonte em quem as pessoas menos confiam para informações científicas de credibilidade são os políticos e ministros do governo, com 52% das respostas. E, enquanto o jornalista especializado em ciências tem boa credibilidade perante o

público, o jornalista da imprensa em geral aparece em segundo lugar das fontes menos confiáveis, com 30% das respostas (TABELA 33).

A maioria dos leitores, 89%, considera que a participação do cidadão em questões científicas é importante (TABELA 34). A utilidade desta participação seria cuidar da qualidade de vida e saúde das pessoas (68%), solucionar problemas específicos (35%) e consolidar a democracia (40%) (TABELA 35). Este resultado demonstra, mais uma vez, o vínculo que há no imaginário do público entre a ciência e a melhoria da qualidade de vida. Na visão do público, apesar da importância da participação do cidadão nestas questões, ele não está interessado, e este é o maior obstáculo para a participação. A falta de conhecimento das pessoas também constitui um obstáculo, na opinião da maioria dos entrevistados (TABELA 36).

TABELA 34 – A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DO CIDADÃO EM QUESTÕES CIENTÍFICAS

Resposta	Nº de respostas
Sim	168
Não	20
TOTAL	188

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 35 – A UTILIDADE DA PARTICIPAÇÃO DOS CIDADÃOS EM QUESTÕES CIENTÍFICAS

Resposta	Nº de respostas
Cuidar da qualidade de vida e da saúde das pessoas	128
Solucionar problemas específicos	65
Controlar o funcionamento das empresas	27
Consolidar a democracia	75
Controlar a atividade dos cientistas	42

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 36 – OS OBSTÁCULOS À PARTICIPAÇÃO DOS CIDADÃOS EM QUESTÕES CIENTÍFICAS

Resposta	Nº de respostas
As pessoas têm problemas mais importantes	18
As pessoas não têm conhecimentos suficientes	116
Os protestos não levam a nada	21
As pessoas não estão interessadas	137
Não há canais de participação	95

FONTE: Pesquisa de campo

8.2 PESQUISA QUALITATIVA

Entre as pessoas que participaram da primeira etapa da pesquisa, 58 indicaram que gostariam de participar da segunda etapa. Elas foram convidadas por email a responder o questionário, que estava em uma página na internet, no período de novembro de 2007. Foram recebidas nove respostas.

O questionário tinha seis perguntas; na primeira, o entrevistado deveria dizer qual a sua revista preferida (entre os títulos das revistas de divulgação científica), e o que gosta nela, com relação a linguagem, parte gráfica, credibilidade, assuntos publicados freqüentemente e densidade das matérias.

Os motivos por que os leitores preferem determinada revista são geralmente sua linguagem, sua temática, e a credibilidade. É interessante notar que alguns preferem as revistas porque sua linguagem é mais simples e informal, enquanto outros vêem isso como falta de qualidade, e preferem as revistas que têm maior rigor. A seguir estão transcritas algumas respostas, da maneira como foram recebidas:

“*Superinteressante*. Nem todas as reportagens apresentam um fundo de verdade e isso é o que mais prejudica a qualidade da revista. Entretanto as matérias mais bem elaboradas são realmente ótimas, com linguagem acessível e com assuntos bem interessantes.”

“*National Geographic*, pela credibilidade e o design muito bom.”

“Minhas preferidas são a *Ciência Hoje* e a *Scientific American*. Porque têm mais credibilidade e trazem temas importantes.”

“Prefiro a *Ciência Hoje* por uma questão de credibilidade e de interesse dos assuntos publicados.”

“Minha preferida é a *Scientific American*. Gosto do enfoque em ciências, apesar de a linguagem ser um pouco difícil às vezes.”

Na segunda questão, o entrevistado deveria dizer se conhece os outros títulos, além daqueles que lê, e o que acha deles. Foram sugeridos os mesmos critérios de avaliação da pergunta anterior (linguagem, parte gráfica, credibilidade, assuntos publicados freqüentemente, densidade das matérias). O objetivo desta questão foi saber por que o entrevistado não lê as outras revistas, e se ele tem críticas às revistas. Novamente, os comentários foram feitos com relação à linguagem e conteúdo. Críticas foram feitas à linguagem e conteúdo da *Superinteressante* e da *Galileu*, consideradas sensacionalistas, e à linguagem menos acessível da *Scientific American*, *Ciência Hoje* e *Pesquisa FAPESP*, que afastaria o público não-especializado. Algumas respostas:

“Já li algumas matérias da *Galileu* da *Ciência Hoje* e da *National Geographic*. Os conteúdos são interessantes, entretanto a linguagem é mais específica e difícil de entender.”

“Além da *CH*, tenho mais contato com a *Galileu* e com a *Super*. Ambas, na minha opinião, priorizam o apelo mercadológico tanto no que diz respeito à linguagem quanto aos assuntos tratados.”

“Conheço as outras. Acho que a *Pesquisa FAPESP* fica um pouco chata para quem não é pesquisador. A *Galileu* e a *Super* eu não considero revistas de divulgação de ciências, e sim de curiosidades.”

“Gosto muito da *National Geographic*, mas vejo ela mais como uma revista de cultura. A *Super* já foi boa, eu era assinante no começo da revista, e gostava muito. Hoje ela trata a ciência como espetáculo.”

“A *Super* e a *Galileu* são muito sensacionalistas e tratam de temas pseudocientíficos para vender mais. Não tive contato com a *Pesquisa FAPESP*. Mas, sobre linguagem, acho que a *SciAm* e a *Ciência Hoje* usam uma linguagem muito especializada que acabam afastando o público leigo. Apesar disso, gosto delas.”

“Conheço, leio a *Ciência Hoje* e a *Galileu* às vezes. A *Ciência Hoje* trata de temas importantes, e acho que tem credibilidade, as matérias são mais profundas, mas a linguagem não é tão acessível.”

A terceira questão investigou a opinião dos leitores sobre pseudociência. Eles deveriam dizer se as revistas de divulgação científica devem publicar assuntos que não são considerados científicos por muitas pessoas, como paranormalidade, astrologia, terapias alternativas, criacionismo, etc. As opiniões se dividiram entre aqueles que pensam que estes temas não devem ter espaço nos veículos de ciências, e aqueles que pensam que não há problema em se publicar artigos sobre estes temas, desde que eles tenham relação com algum fato científico. Algumas respostas:

“Acredito que sim. Não é porque os assuntos não são cientificamente comprovados que eles não atraem a atenção de grande parte do público alvo.”

“Só quando tiver alguma co-relação com um fato científico.”

“Desde que a abordagem tenha viés científico, ou seja, baseado em pesquisas e estudos sérios, a publicação é válida.”

“Estes assuntos não devem ter espaço, pelo menos não para serem tratados como científicos.”

“Esses assuntos podem aparecer nas revistas, desde que em matérias esclarecedoras.”

Foi disponibilizado um arquivo digital com uma matéria de cada revista (ANEXOS C, D, E, F, G, H). Os artigos selecionados foram matérias sobre energia, combustíveis e meio ambiente, pois a primeira etapa da pesquisa revelou que estes são assuntos pelos quais a maioria dos leitores tem muito interesse. Depois de ler as matérias, o entrevistado deveria fazer comparações entre elas: qual delas é a mais agradável de ler, qual mais facilitou a compreensão do tema, alguma delas foi muito superficial, as informações têm credibilidade? Ele também deveria dizer se

acha que o tema escolhido tem impacto em sua vida. Eles foram unânimes em dizer que a questão ambiental e energética tem impacto na vida da sociedade, embora alguns afirmassem que esse não é seu assunto favorito. Algumas respostas:

“Acho que este tema tem grande impacto na nossa vida. A questão ambiental merece a atenção que vem recebendo.”

“Sim. Não é um assunto que me interessa muito, mas é um tópico que está em bastante destaque no cenário atual.”

“Gostei das matérias. Sim, hoje o tema ‘energia’ é uma questão muito importante para o meio ambiente.”

“Creio que estes assuntos são importantes e devem ser bastante discutidos pelos meios de comunicação.”

Sobre a linguagem e estrutura dos textos, as opiniões foram mais divididas. Alguns leitores preferiram os textos mais simples, outros preferiram os mais aprofundados. Algumas respostas à pergunta “qual foi o texto mais agradável de ler?”:

“*Superinteressante*. As outras são muito aprofundadas e fica mais difícil de compreender o tema.”

“Acho que nenhuma complicou o tema. A *Galileu* foi agradável de ler. A *National Geographic* foi bem completa.”

“Acho que apenas o texto da *Superinteressante* foi muito curtinho, com mais gráfico do que texto.”

“O texto da *National Geographic* foi muito agradável. O da *Ciência Hoje* foi um pouco mais árido, mas interessante. O da *Super* ficou raso.”

“A matéria da *Scientific American* foi curtinha, mas interessante. A matéria da *CH* foi bem escrita e o tema é importante. A da *National Geographic* é muito agradável e as imagens são ótimas.”

Uma última questão perguntou se o leitor acha que as informações contidas na matéria têm credibilidade. As respostas foram unânimes; todos disseram que as matérias têm credibilidade.

8.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos estudantes de graduação da UFPR pesquisados, 67%, lê revistas de divulgação científica, ao menos um título, ocasionalmente. No entanto, aqueles que consomem estas informações de maneira mais consistente, ou seja, mensalmente ou através de assinatura, somam 28% do universo pesquisado.

De modo geral, o leitor mostrou que a linguagem de uma revista é uma característica importante; ela não deve ser muito rígida, muito próxima dos textos científicos ou hermética, mas também não deve chegar perto do sensacionalismo. Uma temática interessante e atual, entregue em linguagem acessível, porém precisa, deve garantir o interesse do leitor. A credibilidade também foi citada por muitos leitores como importante entre os motivos que os levam a escolher um título, uma revista pode perder a credibilidade se passar a tratar temas científicos de forma sensacionalista. Outra conclusão é que, na opinião dos leitores, a pseudociência não precisa ser banida dos veículos de comunicação, desde que inserida em um contexto que justifique sua presença.

Foi possível observar que a ciência tem uma imagem positiva no imaginário deste grupo; ela é vista como responsável por grandes descobertas e instrumento para melhoria da vida humana e compreensão do mundo natural. Este público rejeita a idéia de perigo de descontrole da ciência, embora considere alguns riscos associados à ciência, como o uso de conhecimento para a guerra.

Outro aspecto das relações entre ciência e sociedade que foi analisado foi a utilidade da participação dos cidadãos em questões que envolvem ciência e tecnologia. Esta participação é vista como importante, principalmente para a melhoria da qualidade de vida e da saúde das pessoas, mas seria prejudicada pela falta de interesse e de conhecimento dos cidadãos.

Para receber informações científicas precisas, a fonte em quem os entrevistados mais confiam são os cientistas de universidade, seguidos pelos cientistas renomados, e pelos jornalistas especializados em ciência. A fonte em quem menos se confia são os jornalistas de veículos não-especializados, o que mostra o descrédito da imprensa em geral quando noticia a ciência.

Na percepção dos entrevistados sobre a pesquisa científica, no Brasil, existem ciência e tecnologia apenas em algumas áreas. Para o país se tornar mais competitivo no cenário internacional, é preciso desenvolver mais sua ciência e tecnologia. Um obstáculo para este desenvolvimento seria o insuficiente apoio estatal à pesquisa. Este público demonstrou uma tendência em preferir uma pesquisa científica que seja patrocinada pelo Estado. Na maioria das opiniões, é importante que existam cientistas que não estejam ligados à indústria.

A etapa qualitativa foi vista como uma necessidade para a pesquisa, mas não teve o retorno esperado de comentários e opiniões. Provavelmente a causa desse baixo retorno foi o veículo utilizado para esta etapa, o questionário online, que colheu respostas muito curtas e superficiais dos entrevistados. Mesmo assim, resolveu-se aproveitar os resultados ilustrativamente, como complemento aos resultados da etapa quantitativa, que obteve resultados muito mais significativos.

9 CONCLUSÃO

Este estudo contribuiu para uma maior compreensão sobre a maneira como estudantes de graduação da Universidade Federal do Paraná que são leitores de divulgação científica percebem os impactos que a ciência e a tecnologia têm na sociedade. Um de seus objetivos foi conhecer a percepção da ciência deste grupo, e concluiu-se que, na sua maioria, há uma atitude confiante em relação à ciência e seus benefícios. A ciência é tida como ferramenta para melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento do país. A confiança desse público não é exagerada, pois ele não acredita que a ciência vai resolver todos os problemas, e também não foi unânime em dizer que a ciência é a melhor forma de conhecimento do mundo.

Também foram investigadas as opiniões deste público sobre a pesquisa científica produzida no Brasil. A opinião mais corrente é que o Estado deve dar maior apoio às pesquisas, para que o Brasil desenvolva sua ciência e tecnologia, e assim se torne uma nação mais competitiva. Pesquisas que não tragam resultados imediatos, mas que avancem as fronteiras do conhecimento também devem ser apoiadas.

Ouvir a opinião deste grupo sobre a participação dos cidadãos em questões que envolvem a ciência e a tecnologia também foi um dos objetivos da pesquisa. A opinião geral é praticamente unânime em afirmar que esta participação é importante, mas fica prejudicada pela falta de conhecimento e de interesse da população. Questões que dizem respeito à vida dos cidadãos e envolvem ciência e tecnologia (como a regulamentação de alimentos transgênicos, o uso da energia nuclear e a pesquisa com células-tronco) são cada vez mais comuns, e é preciso que a sociedade primeiro se informe a respeito destas questões para poder se posicionar e se manifestar. Assim, a democracia se fortalece.

Entre os objetivos específicos desta pesquisa, estava o levantamento do número de alunos que lêem revistas de divulgação científica e a investigação de seus hábitos de consumo de informação científica. A maioria dos alunos entrevistados lê uma ou mais destas revistas, pelo menos ocasionalmente, e complementa esta leitura com outros meios de comunicação, principalmente a internet. Entretanto, apenas 28% de todos os alunos entrevistados são assinantes ou lêem algum título mensalmente. Na opinião desse público, é importante ter informações de ciência e tecnologia para a vida cotidiana. É abrangente a lista de

assuntos pelos quais este público tem interesse; ela inclui fundamentos da ciência, questões ambientais e novas tecnologias, entre outros.

Na opinião dos entrevistados, a divulgação científica deve ser produzida em linguagem acessível, mas que não banalize o conteúdo. A credibilidade é considerada um fator importante nesta comunicação, e para um jornalismo científico de credibilidade, é necessário que o jornalista mantenha uma posição crítica em relação às fontes. Também em pautas de ciências é preciso analisar o cenário completo e ver o contraditório, ouvir as outras versões, ao invés de publicar uma informação como verdade absoluta.

Um dado interessante fornecido por este estudo é que para o leitor, há diferenças entre a credibilidade de uma notícia científica produzida por veículo especializado em ciências e uma produzida por veículo da imprensa em geral; ele tem mais confiança na primeira.

Entender melhor as opiniões do público pode ajudar os divulgadores de ciência a produzir uma comunicação mais eficiente, que atraia os leitores para hábitos mais consistentes de leitura.

O jornalismo científico, por informar as recentes descobertas científicas, deve levar em conta a alta expectativa que a ciência gera no público, e informar claramente quais os impactos destas descobertas. É importante, principalmente se o fato noticiado trazer implicações para a saúde das pessoas e seu modo de vida, não exagerar seus potenciais e nem seus riscos, para não desvirtuar as reações e atitudes do público. Episódios recentes, como o descrédito de pesquisas aclamadas sobre clonagem, devem servir de lembrança para que se examine detalhadamente a qualidade e a credibilidade das pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS

- ADEODATO, S. Jornalismo científico e as fantasias futurísticas. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO F. (Orgs.). **Ciência e público**: Caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002. p. 223-224.
- APPEL, D. Lâmpadas econômicas, mas tóxicas. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 66, p.18-19, nov. 2007.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: Contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 6. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- BARTHES, R. **The death of the author**. 1977. Disponível em: <<http://social.chass.ncsu.edu/wyrick/debclass/whatis.htm>>. Acesso em: 15/09/2007.
- BOURNE JR., J. K. O sonho verde. **National Geographic**, Rio de Janeiro, n.91, p.56-77, out. 2007.
- BUENO, W. da C. **Curso de Jornalismo Científico**. Disponível em: <www.comtexto.com.br/jc2aulas_1>. Acesso em: 01/08/2006.
- BURKETT, W. **Jornalismo científico**: Como escrever sobre ciência, medicina e alta tecnologia para os meios de comunicação. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990.
- CAPOZOLI, U. A divulgação e o pulo do gato. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO F. (Orgs.). **Ciência e público**: Caminhos da divulgação científica no Brasil. p. 121. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002. p. 121-131.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CIÊNCIA. In: HOUAISS, A; VILLAR, M. de S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- CORDEIRO, T. A roça tá lá no arto! **Superinteressante**, São Paulo, n. 244, p. 40-41, out. 2007.
- COSTA, F. A. P. L. Mistura de alhos com bugalhos. **Observatório da Imprensa**, 16 dezembro 2003. Disponível em: <www.observatoriodaimprensa.com.br>. Acesso em: 16/08/2007.
- DORIA, M. Um estrago maior que o da Superinteressante. **Observatório da Imprensa**, 17 julho 2007. Disponível em: <www.observatoriodaimprensa.com.br>. Acesso em: 16/08/2007.

ECO, U. **A obra aberta**: Forma e indeterminação nas poéticas contemporâneas. São Paulo: Perspectiva, 1968.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1989.

HAWKING, S. W. **Uma breve história do tempo**: Do Big Bang aos buracos negros. 30. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

IVANISSEVICH, A. Ciência Hoje: 25 anos de sucesso. **Jornal da Ciência**. Rio de Janeiro, 8 de nov. de 2007.

JACKS, N. Pesquisa de recepção e cultura regional. In: SOUSA, M. W. de (Org.). **Sujeito, o lado oculto do receptor**. São Paulo: Brasiliense, 2002. p. 151-165.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.

LAKATOS, I. **História da ciência e suas reconstruções racionais**: e outros ensaios. Lisboa: Ed. 70, 1998.

LEITÃO, N. C. S.; SOUSA JR., W. C. Belo Monte: Energia e polêmica na Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 225, p. 20-25, abr. 2006.

LEITE, M. Imprensa e inovação. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 69, p. 90, out. 2001.

LÉVY-LEBLOND, J. M. Deficiências. In: MASSARANI, L.; TURNEY, J.; MOREIRA, I. de C. (Orgs.). **Terra incógnita**: A interface entre ciência e público. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2005. p. 41-48.

LIMA, M. R. D. V. **Ciência Hoje nas bancas**. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 1992.

LOPES, M. I. V. de. **Pesquisa em comunicação**. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

LYNCH, M. Is a science peace process necessary? In: DAWKINS, R. (Org.). **The one culture?** Chicago: University of Chicago, 2001. cap. 4, p. 48-50.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO F. (Orgs.). **Ciência e público**: Caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

MASSARANI, L.; TURNEY, J.; MOREIRA, I. de C. (Orgs.). **Terra incógnita**: A interface entre ciência e público. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2005.

MATTELART, A.; MATTELART, M. **Histórias das teorias da comunicação**. 9. ed. São Paulo: Loyola, 1999.

MARTÍN-BARBERO, J. América Latina e os anos recentes: o estudo da recepção em comunicação social. In: SOUSA, M. W. de (Org.). **Sujeito, o lado oculto do receptor**. São Paulo: Brasiliense, 2002. p. 39-68.

MEADOWS, A. J. **A comunicação científica**. Brasília: Briquet de Lemos, 1999.

NOGUEIRA, P. A energia nuclear pode ser verde? **Galileu**, São Paulo, n. 179, p. 42-47, jun. 2006.

OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY; WELLCOME TRUST. **Science and the public: A review of science communication and public attitudes to science in Britain**. Londres: The Science Museum, out. 2000.

OLIVEIRA, F. de. **Jornalismo científico**. São Paulo: Contexto, 2002.

OLIVEIRA, M. de. Chuveiro esperto. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 140, p.75-77, out. 2007.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

ROGERS, C. A importância de se compreender as audiências. In: MASSARANI, L.; TURNEY, J.; MOREIRA, I. de C. (Orgs.). **Terra incógnita: A interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2005. p. 49-75.

ROMERO, T. Paradoxos da inovação. **Agência FAPESP**. Disponível em: <www.agencia.fapesp.br>. Acesso em: 9/11/2007.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: A ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SARTRE, J. P. **O que é a literatura?** São Paulo: Ática, 1989.

SCALZO, M. **Jornalismo de revista**. São Paulo: Contexto, 2003.

SHERMER, M. Smart people believe weird things. **Scientific American**, 12 ago. 2002. Disponível em: <www.sciam.com>. Acesso em: 15/08/2007.

SNOW, C. P. **The two cultures: and a second look (an expanded version of the two cultures and the scientific revolution)**. 2. ed. Londres: Cambridge University, 1974.

SOKAL, A. D. Transgressing the boundaries: Towards a transformative hermeneutics of Quantum Gravity. **Social Text**, Durham, n. 46/47, spring/summer 1996a. Disponível em: <www.physics.nyu.edu>. Acesso em: 15/09/2007.

_____. A physicist experiments with Cultural Studies. **Lingua Franca**, maio 1996b. Disponível em: <www.physics.nyu.edu>. Acesso em: 15/09/2007.

SOUSA, M. W. de (Org.). **Sujeito, o lado oculto do receptor**. São Paulo: Brasiliense, 2002.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. **ComCiência**, Campinas, 10 jul. 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>>. Acesso em: 23/08/2007.

VOGT, C.; POLINO, C. **Percepção pública da ciência**: Resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. São Paulo: Fapesp, 2003.

WHITEHOUSE, D. Science reporting's dark secret. **The Independent**, Londres, 23 julho 2007. Disponível em: <<http://news.independent.co.uk/media/article2791093.ece>>. Acesso em: 23/08/2007.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica**: Subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica. Campinas: Autores Associados, 2001.

ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA QUANTITATIVA.....	10
ANEXO B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA QUALITATIVA.....	10
ANEXO C – ARTIGO REVISTA CIÊNCIA HOJE	10
ANEXO D – MATÉRIA REVISTA GALILEU	10
ANEXO E – MATÉRIA REVISTA NATIONAL GEOGRAPHIC	10
ANEXO F – MATÉRIA REVISTA PESQUISA FAPESP	10
ANEXO G – MATÉRIA REVISTA SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL	10
ANEXO H – MATÉRIA REVISTA SUPERINTERESSANTE	10

ANEXO A – Questionário da pesquisa quantitativa

Este questionário será usado em Trabalho de Conclusão de Curso de Comunicação Social – Jornalismo, da Universidade Federal do Paraná, e deve ser aplicado a estudantes de graduação da UFPR.

Orientações:

- Caso sua resposta à questão 01 for “Nenhuma”, responda o questionário apenas até a questão 02; para qualquer outra resposta, continue o questionário até o final.

- Se não concordar com alguma questão, apenas deixe-a em branco.

- Questões com , marque quantas respostas quiser.

Este questionário também está disponível on-line, pelo endereço: www.naeradigital.com/questionario.

(Os campos marcados com ✨ devem ser preenchidos obrigatoriamente)

✨Curso: _____ ✨Período: _____

✨Sexo: F M E-mail: _____

01) Qual (is) destas revistas você costuma ler? Com que frequência você a (s) lê?

Ciência Hoje

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Galileu

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

National Geographic

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Pesquisa FAPESP

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Scientific American Brasil

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Superinteressante

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Outra. Qual? _____

Sou assinante / Leio mensalmente / Leio ocasionalmente

Nenhuma. Especifique o motivo abaixo: (Neste caso, responda só até a questão 02)

Não tenho interesse pelos assuntos

Acho as revistas ruins

Não tenho tempo de ler

Não conheço as revistas

Acho caro

Outro _____

02) Se você acompanha notícias de ciências em outros veículos de comunicação, escreva quais são eles.

(Por exemplo: revistas internacionais, web sites, seções de ciências de jornais e revistas, programas de rádio e TV, podcasts)

03) Por que você se informa sobre questões científicas?

- Gosto especial por esses temas
- Para manter-me informado sobre temas importantes
- Para tomar decisões pessoais e saber como atuar
- Porque são temas conflituosos para a sociedade
- Preciso disso para o desempenho em minha profissão ou trabalho

04) Para cada assunto a seguir, marque seu grau de interesse, de acordo com os números:

① Nenhum interesse			② Pouco interesse			③ Muito interesse		
Mudanças climáticas	①	②	③	Nanotecnologia	①	②	③	
Internet	①	②	③	Novos medicamentos	①	②	③	
Astronomia	①	②	③	Aparelhos eletrônicos	①	②	③	
História da ciência	①	②	③	Matemática	①	②	③	
Energia e combustíveis	①	②	③	Arqueologia	①	②	③	
Sociologia	①	②	③	Teoria unificada da física	①	②	③	
Botânica	①	②	③	Genética	①	②	③	
Transgênicos	①	②	③	Computadores	①	②	③	
Exploração espacial	①	②	③	Saúde mental	①	②	③	
Religião	①	②	③	Desenvolvimento sustentável	①	②	③	
Biologia	①	②	③	Início do universo	①	②	③	
Células tronco	①	②	③	Psicologia	①	②	③	
Mecânica Quântica	①	②	③	Biodiversidade	①	②	③	
Antropologia	①	②	③	Física	①	②	③	
Fósseis	①	②	③	Câncer	①	②	③	
Clonagem	①	②	③	Comportamento	①	②	③	
Máquinas e robôs	①	②	③	Evolução das espécies	①	②	③	
Microbiologia	①	②	③	Políticas de C&T	①	②	③	

05) Você encontra nas revistas os assuntos pelos quais se interessa?

- a) Sim, facilmente
- b) Às vezes
- c) Nunca

06) Sobre a linguagem usada nas matérias dessas revistas, geralmente ela é:

- a) Fácil de entender. As revistas conseguem traduzir os conceitos científicos para que um leigo no assunto entenda
- b) Razoável. Alguns temas são difíceis de compreender
- c) Difícil. A linguagem usada nas matérias não permite que um leigo compreenda os temas científicos

07) Você aproveita as revistas para aprender mais sobre algum tema?

- a) Sim. Gosto de ler matérias sobre assuntos complicados que fogem à minha área
- b) Leio assuntos que não são da minha área, que não sejam tão complexos
- c) Não. Leio apenas as matérias relativas à minha área

08) Para cada afirmação a seguir, marque a sua opinião, de acordo com os números:

- ① Concordo totalmente
- ② Concordo parcialmente
- ③ Não concordo nem discordo
- ④ Discordo parcialmente
- ⑤ Discordo totalmente

É importante termos conhecimentos de ciências para o cotidiano	①	②	③	④	⑤
A ciência e a tecnologia tornam nossa vida mais fácil, mais saudável e mais confortável	①	②	③	④	⑤
Cientistas estão experimentando coisas novas sem pensar nos riscos	①	②	③	④	⑤
Nós confiamos muito na ciência e pouco na fé religiosa	①	②	③	④	⑤
A ciência está saindo de controle e não há o que possamos fazer para detê-la	①	②	③	④	⑤
A ciência e a tecnologia não se preocupam, em geral, com os problemas da população	①	②	③	④	⑤
A ciência é o melhor meio de conhecimento sobre o mundo	①	②	③	④	⑤
A ciência parece prometer a solução de todos os males, mas, no final, são promessas que não se cumprem	①	②	③	④	⑤
Não consigo acompanhar os desenvolvimentos da ciência e da tecnologia, porque elas se desenvolvem muito rápido	①	②	③	④	⑤
Se descuidarmos da ciência, nossa sociedade será cada vez mais irracional	①	②	③	④	⑤
É importante que existam cientistas que não estejam ligados à indústria	①	②	③	④	⑤
Com o tempo, a ciência permitirá compreender tudo o que acontece	①	②	③	④	⑤
O mundo da ciência não pode ser compreendido pelas pessoas comuns	①	②	③	④	⑤
O Brasil precisa desenvolver sua ciência e tecnologia, para ter maior competitividade internacional	①	②	③	④	⑤
Mesmo que não traga benefícios imediatos, pesquisas que avançam as fronteiras do conhecimento devem ser patrocinadas pelos governos	①	②	③	④	⑤

09) Quais das seguintes expressões você acha que melhor traduzem a idéia de ciência?

- Grandes descobertas
- Avanço técnico
- Melhoria da vida humana
- Compreensão do mundo natural
- Transformação acelerada
- Perigo de descontrole
- Idéias que poucos entendem
- Método de acúmulo de conhecimento
- Respostas para todas as perguntas

10) Quais os principais problemas que a ciência e a tecnologia trazem para a humanidade?

- A perda de valores morais
- Os perigos de aplicar alguns conhecimentos
- O excesso de conhecimento
- Uma concentração ainda maior do poder e da riqueza
- A utilização do conhecimento para a guerra

- 11) Por que alguém escolhe uma carreira científica?
- a) Vocação para o conhecimento
 - b) Ter prestígio
 - c) Conquistar um pr mio importante
 - d) Fazer o bem
 - e) Conquistar poder
 - f) Resolver os problemas da popula o
 - g) Ganhar dinheiro
- 12) O que você acha dos resultados que os cientistas obt m?
- a) São úteis, mas não se difundem
 - b) Têm aplica o prática
 - c) Não têm aplica o prática
- 13) Você acredita que existe ciência e tecnologia no país?
- a) Um pouco de ciência e tecnologia em algumas áreas
 - b) Sim, muito desenvolvidas
 - c) Não existem
- 14) Você acha que o Estado financia a pesquisa científica de maneira:
- a) Insuficiente
 - b) Razoavelmente suficiente
 - c) Muito suficiente
- 15) Por que não há maior desenvolvimento científico e tecnológico?
- a) Não há bons cientistas
 - b) Pouco apoio estatal
 - c) Falta de interesse dos empresários
 - d) A ciência não interessa   popula o em geral
- 16) Em quais fontes você confia para informa es precisas sobre fatos científicos?
- Jornalistas da imprensa em geral
 - Jornalistas da imprensa especializada em ciências
 - Cientistas de institui es públicas
 - Cientistas de institui es privadas
 - Cientistas de universidades
 - ONGs
 - Comissões de conselho científico governamentais
 - Políticos e ministros do governo
 - Documentários de TV
 - Livros de ciência
 - Cientistas renomados

17) Entre as fontes de informação citadas acima, qual é aquela em que você MAIS confia e aquela em quem você MENOS confia. Marque uma em cada coluna.

Fontes de informação	Mais confia	Menos confia
Jornalistas da imprensa em geral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jornalistas da imprensa especializada em ciências	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cientistas de instituições públicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cientistas de instituições privadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cientistas de universidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ONGs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comissões de conselho científico governamentais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Políticos e ministros do governo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Documentários de TV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Noticiários gerais de TV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Livros de ciência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cientistas renomados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18) Você crê que é importante a participação do cidadão em questões de ciência e tecnologia?

- a) Sim
- b) Não

19) Qual é a utilidade da participação dos cidadãos nessas questões?

- Cuidar da qualidade de vida e da saúde das pessoas
- Solucionar problemas específicos
- Controlar o funcionamento das empresas
- Consolidar a democracia
- Controlar a atividade dos cientistas

20) Quais os principais obstáculos para a participação dos cidadãos?

- As pessoas têm problemas mais importantes
- As pessoas não têm conhecimentos suficientes
- Os protestos não levam a nada
- As pessoas não estão interessadas
- Não há canais de participação

Muito obrigada pela sua participação! Se tiver algum comentário, deixe-o abaixo. Se você tem interesse em participar da segunda etapa da pesquisa, anote aqui seu e-mail. Nesta etapa, haverá um questionário online sobre as matérias das revistas de ciências. Dê sua opinião!

E-mail: _____

ANEXO B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA QUALITATIVA

Disponível em:

<http://www.surveymonkey.com/s.aspx?sm=hAzOUFxYHVhFb54vSwmTAQ_3d_3d>

1. Curso

2. Entre as revistas Ciência Hoje, Galileu, National Geographic, Pesquisa FAPESP, Scientific American Brasil e Superinteressante, qual é a sua preferida? O que você gosta nela? (dê sua opinião sobre linguagem, parte gráfica, credibilidade, assuntos publicados frequentemente, densidade das matérias, etc.)

3. Você conhece as outras revistas? O que acha delas? Faça seus comentários e críticas. (dê sua opinião sobre linguagem, parte gráfica, credibilidade, assuntos publicados frequentemente, densidade das matérias, etc.)

4. Você acha que as revistas de divulgação científica devem publicar assuntos que não são considerados científicos por muitos, como paranormalidade, astrologia, medicina alternativa, criacionismo, etc.?

Neste link há uma matéria de cada revista sobre energia e combustíveis. Depois de ler, escreva suas opiniões sobre os textos, respondendo a essas perguntas:

www.naeradigital.com/revistas

Obs: A parte 1 da matéria da National Geographic já é suficiente, mas, se quiser ler a matéria completa, baixe também as partes 2 e 3.

5. Você achou as matérias interessantes? Você acha que estes assuntos têm impacto em sua vida?

6. Sobre a linguagem usada: Qual matéria tem o texto mais agradável de ler? Qual conseguiu facilitar a compreensão do tema? Alguma delas foi muito superficial?

7. Você acha que as informações contidas nestas matérias têm credibilidade?

8. Muito obrigada pela sua participação! Se quiser deixar algum comentário, deixe no campo abaixo.

ANEXO C – Matéria Revista Ciência Hoje

POLÍTICA ENERGÉTICA

O potencial hidrelétrico vem sendo utilizado, historicamente, como fonte prioritária de energia elétrica no Brasil, por ser considerado uma alternativa limpa, renovável e barata.

Hoje, no entanto, a decisão sobre a construção de uma usina hidrelétrica precisa estar fundamentada em uma estratégia energética sustentável.

Nesse cenário, o governo tenta viabilizar o complexo hidrelétrico de Belo Monte, a ser implantado no rio Xingu.

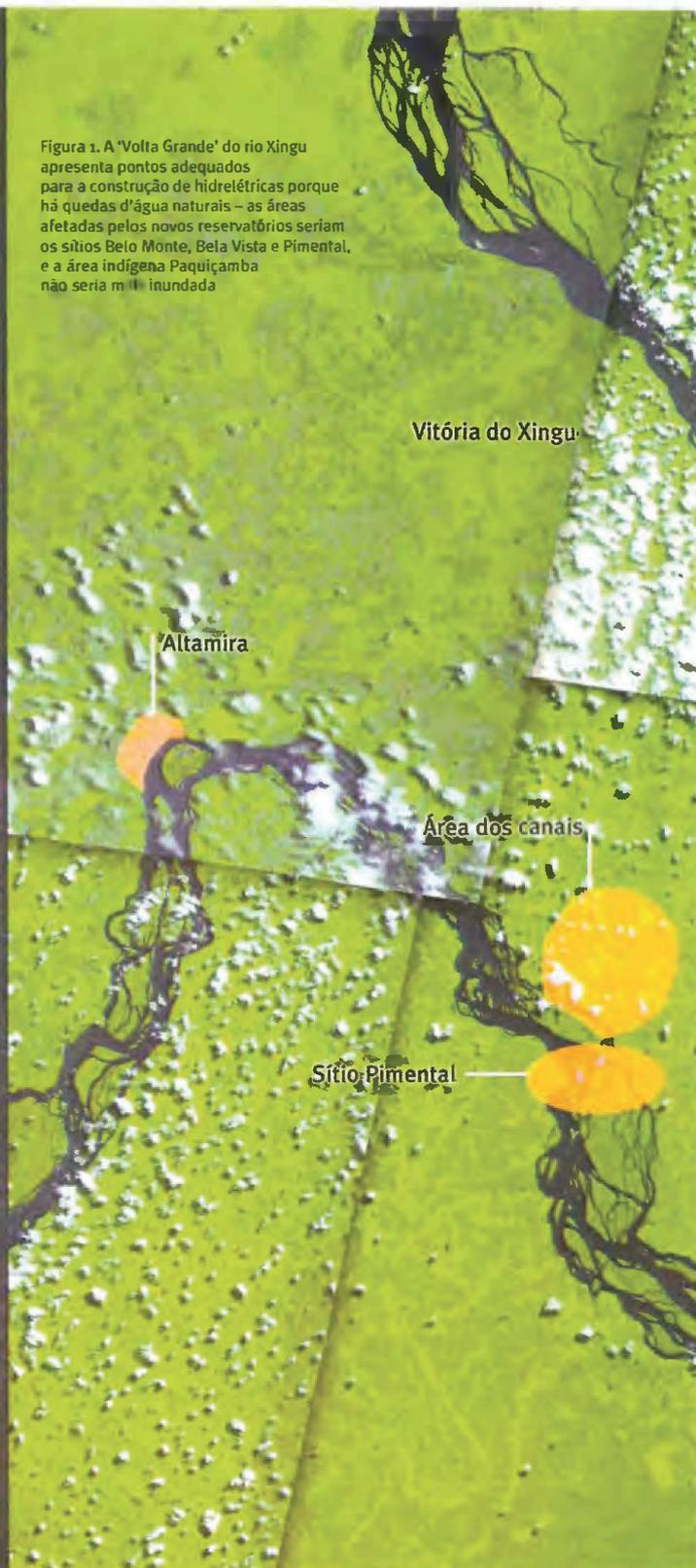
Segundo a empresa Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte), concessionária das Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) para a Amazônia, o complexo terá capacidade total de geração de 11.181,30 megawatts (MW) e alagará uma área de apenas 440 km².

Estudo recente apontou divergências quanto ao total de 'energia firme' (produção mínima garantida) que Belo Monte gerará, e uma análise do tipo custo-benefício, levando em conta essa divergência, permite levantar dúvidas quanto à viabilidade do empreendimento.

Neidja Cristine Silvestre Leitão
e Wilson Cabral Sousa Júnior
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (SP)

20 • CIÊNCIA HOJE • Vol. 38 • nº 225

Figura 1. A 'Volta Grande' do rio Xingu apresenta pontos adequados para a construção de hidrelétricas porque há quedas d'água naturais – as áreas afetadas pelos novos reservatórios seriam os sítios Belo Monte, Bela Vista e Pimental, e a área indígena Paquicamba não seria inundada.



Belo Monte

Energia e polêmica na Amazônia

Belo Monte

Sítio Belo Monte

Sítio Bela Vista

Área Indígena
Paquiçamba

Os projetos de aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Xingu, no Pará, geram polêmica desde 1980, quando a Eletronorte divulgou o relatório 'Estudos Xingu' com um levantamento sobre as possibilidades de geração de energia naquele rio. Esse relatório defendia a construção no Xingu de um conjunto de aproveitamentos hidrelétricos, composto por cinco usinas, em diferentes pontos do rio: Jarina, que geraria 559 megawatts de energia (MW), Kokraimoro (1.940 MW), Ipixuna (2.312 MW), Babaquara (6.274 MW) e Kararaó (8.381 MW). No total, seriam 19.466 MW. Em uma versão posterior do projeto, a Eletrobrás elevou a potência instalada de Kararaó (que depois passaria a se chamar Belo Monte) para 11.181,30 MW.

O avanço dos estudos e a forte oposição de entidades ambientalistas, acadêmicos e populações locais fizeram a Eletronorte alterar a proposta original. Segundo a empresa, a melhor opção – levando em conta a conexão com o Sistema Interligado Nacional (a rede nacional de geração e transmissão de energia elétrica) – seria a construção do complexo hidrelétrico de Belo Monte, 50 km a leste da cidade de Altamira (PA) (figura 1). Em 2002, foi anunciada



a mais recente versão dos estudos de viabilidade desse complexo. Essa versão previu uma grande redução no reservatório a ser formado pela barragem da usina, dos 1.225 km² do projeto inicial para 440 km², graças à mudança de concepção da barragem – dois pontos principais de barramento e uso de dois canais naturais para desvio de fluxo (figura 2). Além disso, a Eletronorte afirma que a energia firme (isto é, a produção de energia que pode ser mantida continuamente) será de 4.714 MW, com uma potência instalada (produção máxima possível) de 11.181,30 MW.

No estudo de viabilidade apresentado pela Eletronorte, as justificativas para a construção de Belo Monte relacionam o aumento do consumo de energia elétrica, a possibilidade de conexão dessa usina com o Sistema Interligado Nacional e a baixa densidade demográfica nas áreas a serem inundadas, o que reduziria significativamente os impactos do projeto. Segundo a empresa, tais fatores, aliados a um custo de geração – sem considerar as linhas de transmissão – de US\$ 12,40 por megawatt-hora (MWh, ou seja, geração de 1 MW mantida ao longo de uma hora) tornam o projeto atrativo. Nove municípios paraenses seriam influenciados diretamente com a implantação do complexo: Porto de Moz, Pacajá, Anapu, Senador José Porfírio, Vitória do Xingu, Altamira, Brasil Novo, Uruará e Medicilândia.

A Volta Grande do Xingu

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), cerca de 40% do potencial hidrelétrico brasileiro estimado situa-se na bacia do rio Amazonas, e estima-se que 14% do potencial amazônico esteja no rio Xingu. A construção do complexo de Belo Monte está prevista para a acentuada sinuosidade do rio Xingu, conhecida por 'Volta Grande', que forma a maior parte do contorno do município de Vitória do Xingu (PA). A crença de que esse empreendimento será apenas o primeiro pas-

so para a exploração continuada do rio Xingu e, em consequência, da Amazônia gera vários questionamentos quanto à sua sustentabilidade.

A navegação, seja para o transporte de passageiros ou para o escoamento da produção extrativista, é hoje essencial à população que vive em áreas próximas ao rio Xingu. A Eletronorte informa, nos estudos sobre Belo Monte, que o transporte fluvial de Altamira (principal cidade da região em que será construída a usina) para as comunidades ribeirinhas a jusante será interrompido, mas não aponta qualquer alternativa para contornar essa situação. O projeto recebe críticas de especialistas de diferentes áreas (ver 'A polêmica das hidrelétricas do rio Xingu', nesta edição).

De acordo com o engenheiro ambiental Arnaldo Müller, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e da organização não-governamental Instituto de Desenvolvimento Sustentável, a formação de um reservatório implica elevação do nível das águas, o que pode induzir alterações no processo natural de acumulação e descarga de aquíferos. Tais alterações têm reflexos ecológicos e econômi-

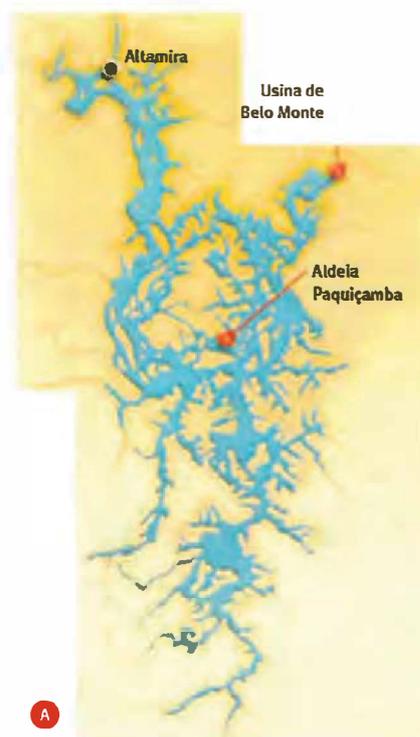


Figura 2. Na primeira versão do projeto da usina hidrelétrica de Belo Monte, no rio Xingu (A), a área alagada prevista era de 1.225 km². A versão atual (B) prevê uma redução dessa área para 440 km².

cos, já que modificam a ocupação do solo nas áreas em que ocorrem. No caso de Belo Monte, a situação é mais crítica nas proximidades de Altamira, onde o enchimento do reservatório cobriria a ilha Arapujá, diante da cidade, e provocaria inundações em áreas ocupadas próximas aos igarapés Ambé, Panelas e Altamira. A elevação do nível freático no entorno do reservatório pode promover novas nascentes e aumentar antigos lagos próximos a este. A inundação permanente dos igarapés Altamira e Ambé, reconhecida pela Eletronorte em seus relatórios, exigirá a remoção de famílias que obtêm parte do seu sustento do uso de jazidas locais de argila para a fabricação de elementos cerâmicos.

O conhecimento prévio das várias condicionantes ambientais que compõem o projeto pode evitar, por exemplo, situações de elevações críticas do lençol freático, que ocasionam problemas de saturação, hidromorfização e contaminação de aquíferos. Tais problemas podem dificultar ou inviabilizar a permanência da população, levando a reassentamentos.



Simulação energética

A oferta nacional de energia hidrelétrica (a produção conjunta de todas as usinas) é calculada considerando-se todo o parque elétrico brasileiro como se fosse um imenso reservatório, que recebe, armazena e descarrega água e gera energia. Para repartir essa oferta total entre as usinas do país (isoladas ou 'em cascata' no mesmo rio), o setor elétrico utiliza, como método oficial, o modelo Newave, que determina as metas de geração das usinas, de modo a atender à demanda a um custo mínimo de operação agregada. A repartição (ou 'rateio') da oferta total exige a adoção de 'regras de operação' (que definem quanta energia cada usina do sistema nacional deve gerar em um dado período) e 'regras de reservatórios' (que definem quanta água cada um deles vai reter ou liberar, para otimizar a produção das usinas de um mesmo rio). Esse rateio é feito proporcionalmente à 'energia firme' de cada usina, calculada com base em dados históricos sobre a vazão mínima registrada no rio onde será instalada e na estimativa da capacidade do reservatório formado pela barragem (que permite, até certo ponto, regularizar o fluxo de água nas turbinas). Já para o cálculo de energia firme de usinas em uma mesma bacia hidrográfica o setor elétrico utiliza o modelo MSUI (Modelo de Simulação de Usinas Individualizadas).

Segundo o engenheiro elétrico Marcelo Cicogna, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), esse método de distribuição da geração pelas diferentes usinas em um mesmo rio está fundamentado em uma regra simples de enchimento e deplecionamento (redução do volume de água) dos reservatórios. Essa regra parte da hipótese de que todos os reservatórios em cascata no rio estejam ocupados por percentuais iguais de volume de água ao mesmo tempo. Devido a esse sincronismo, ela é chamada de 'regra paralela'. Ainda segundo Cicogna, o sincronismo dos reservatórios (enchimento ou deplecionamento) é a principal limitação da regra utilizada pelo MSUI, uma vez que impõe o deplecionamento simultâneo de todas as usinas do sistema.

Um modelo de simulação mais versátil, denominado Hydrosim LP, foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores liderado pelo engenheiro Secundino Soares Filho na Unicamp. Esse novo simulador baseia a regra operativa em um modelo mais próximo da realidade de operação dos reservatórios, uma vez que não exige o deplecionamento simultâneo - "paralelo" - na definição do período crítico. Os resultados devem ser, em princípio, próximos daqueles obtidos através do MSUI, mas

com certeza não serão idênticos, dada a diferença entre as regras de operação.

Em sua tese de doutorado, em 2003, Cicogna apresentou duas simulações feitas no Hydrosim para a usina hidrelétrica de Belo Monte. Nessas simulações, ele utilizou a regra conhecida, no Hydrosim, como 'regra paralelo puro', que também prevê enchimento e deplecionamento sincronizados para os reservatórios, como no MSUI. A simulação feita para o conjunto de usinas projetadas inicialmente para o rio Xingu (Jarina, Kokraimoro, Ipixuna, Babaquara, Kararaô) apontou que a meta de cerca de 11 mil MW de energia firme seria atingida – isso porque a construção de usinas em cascata, no mesmo rio, pode levar a um aumento da geração média daquelas situadas a jusante, na seqüência, já que a vazão do rio torna-se mais regular. Entretanto, para a construção isolada de Belo Monte, o resultado foi um valor de energia firme de apenas 1.172 MW, muito inferior à previsão oficial (de 4.714 MW).

Como explicar essa diferença de valores? A resposta certamente está na grande variação das vazões naturais do rio, aliadas à falta da regularização que seria promovida por reservatórios anteriores a Belo Monte (a montante). Assim, para gerar mais do que 1.172 MW de energia firme, esse complexo dependeria da implantação de novos empreendimentos hidrelétricos naquele rio.

Valoração ambiental

A análise do sistema energético brasileiro é feita com o auxílio de modelos que colaboram na tomada de decisão. Um desses modelos é a 'análise custo-benefício', aplicada ao caso de Belo Monte

pela engenheira Neidja Leitão (co-autora deste artigo), em sua tese de mestrado, em 2005. Essa análise teve como objetivo avaliar os custos e benefícios, em bases monetárias, dos impactos ocasionados pela construção da usina em questão. Como ferramenta para essa avaliação foi utilizado o 'valor presente líquido', que representa o ganho líquido (receitas menos despesas, em valores de hoje) previsto para um projeto durante determinado tempo (para isso, rendimentos e custos futuros são 'certados' para valores atuais através da aplicação de uma taxa de desconto). O 'valor presente líquido' pode indicar se um empreendimento é viável (quando seu resultado é maior que zero), se o investimento naquele projeto é indiferente (quando o valor obtido é igual a zero) ou, finalmente, se é um projeto inviável (valor menor que zero).

Embora haja algumas restrições a essa metodologia, optou-se por realizar o cálculo desse modo, tendo em vista a sua utilização pelos empreendedores do setor elétrico e a comparação de resultados obtidos para diferentes cenários. Ressalte-se, porém, que as taxas de desconto utilizadas para análises desse tipo supervalorizam o tempo presente em detrimento do futuro. Em última análise, supervalorizam a liquidação imediata dos recursos naturais, ao invés de sua preservação.

Foram montados dois cenários para a avaliação do valor presente líquido do projeto, o primeiro com a energia firme anunciada pelo empreendedor (4.714 MW) e o segundo com aquela obtida pelo Hydrosim (1.172 MW). No desenvolvimento da análise, o prazo de vida útil adotado foi de 50 anos e a taxa de desconto de 12% ao ano, como informado pela Eletronorte em seus relatórios de viabilidade. Para ambas as situações avaliadas, os custos considerados foram os de construção, operação e manutenção. A esse custo, evidentemente,

foram somados os investimentos referentes à implantação das linhas de transmissão (que, embora constem do relatório de viabilidade, não foram considerados para a definição do valor de US\$ 12.40 por MW divulgado como atrativo) (figura 3).

CUSTOS DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE		
COMPARAÇÃO (MILHÕES US\$)	VALOR	UNIDADE
Estrutura	4.037,90	Milhões US\$
Operação e manutenção	291,20	Milhões US\$
Custo total	4.329,10	Milhões US\$
Custos de geração	12,40	US\$ / MWh
UNIDADE DE TRANSMISSÃO	VALOR	UNIDADE
Estrutura	1.767,10	Milhões US\$
Operação e manutenção	158,42	Milhões US\$
Perdas nas linhas	55,27	Milhões US\$
Juros de construção	212,05	Milhões US\$
Custo total	2.192,84	Milhões US\$
Custo de transmissão	8,14	US\$ / MWh

Fonte: Eletronorte, Relatório de Viabilidade, 2002.

Figura 3. Alguns custos indiretos ambientais e sociais (externalidades) associados ao complexo de Belo Monte, quantificados, no total, em US\$ 290 milhões

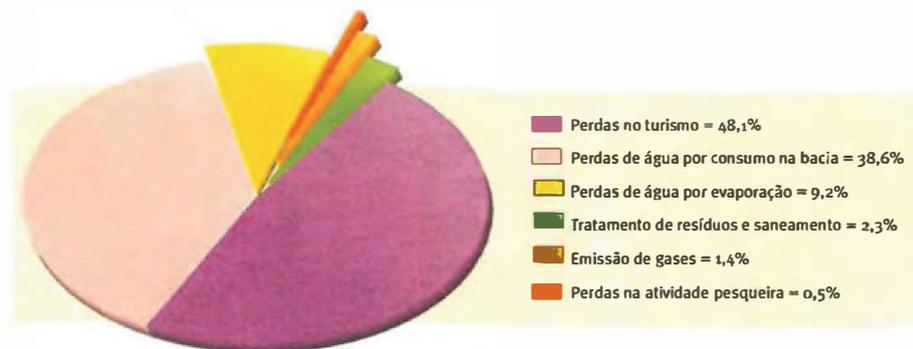


Figura 4. Custos decorrentes de fatores externos

Além do custo total da obra em si estimado pelo empreendedor, de cerca de US\$ 6,52 bilhões, o estudo também considerou custos econômicos (ambientais e sociais) que não constam do orçamento padrão, mas são importantes na caracterização do projeto, pois resultam em situações de perda coletiva. Entre esses custos podem ser citadas as perdas na qualidade da água, na ictiofauna migratória e aquelas que afetarão a população humana que vive na região. Tais fatores são conhecidos como 'externalidades'. Os custos decorrentes das externalidades foram estimados em US\$ 290 milhões (figura 4), e incluíram a queda na atividade pesqueira (pela perda de espécies migratórias) e nas atividades turísticas, as perdas de água por consumo na bacia e por evaporação no reservatório, a emissão de gases de efeito estufa e as despesas para o tratamento de resíduos e efluentes sanitários.

Quanto aos benefícios, não se pode negar que empreendimentos desse tipo geram progresso econômico: novos postos de trabalho, durante e após a fase de construção, planos de educação, saúde e transporte, além da produção de energia, a qual complementar a matriz energética de outros centros consumidores. Tais benefícios, porém, também provocam custos, em função dos efeitos do uso intensivo de energia – um exemplo está no aumento, nas regiões que receberão mais energia, de oferta e consumo de bens e serviços. Esse aumento gera, por exemplo, poluição das águas, do ar, do solo, assim como o desmatamento de áreas verdes e o consumo de recursos naturais e matéria-prima. Assim, em nosso estudo, os benefícios foram representados apenas pela energia firme produzida. O cálculo desses benefícios baseou-se no valor normativo, que corresponde ao custo de referência para compra de energia pelas empresas distribuidoras e à referência para a definição do custo a ser repassado às tarifas cobradas dos consumidores.

No primeiro cenário, com a estimativa de 4.714 MW para a energia firme, o benefício anual resultante atingiu US\$ 1,5 bilhão. Já para 1.172 MW de

energia firme, esse benefício chegou a US\$ 375 milhões por ano. Finalmente, a projeção desses dados para o prazo de 50 anos resultou em um valor presente líquido positivo de US\$ 2,63 bilhões para o primeiro cenário e em um valor presente líquido negativo de US\$ 3,39 bilhões para o segundo cenário.

Divergência e viabilidade

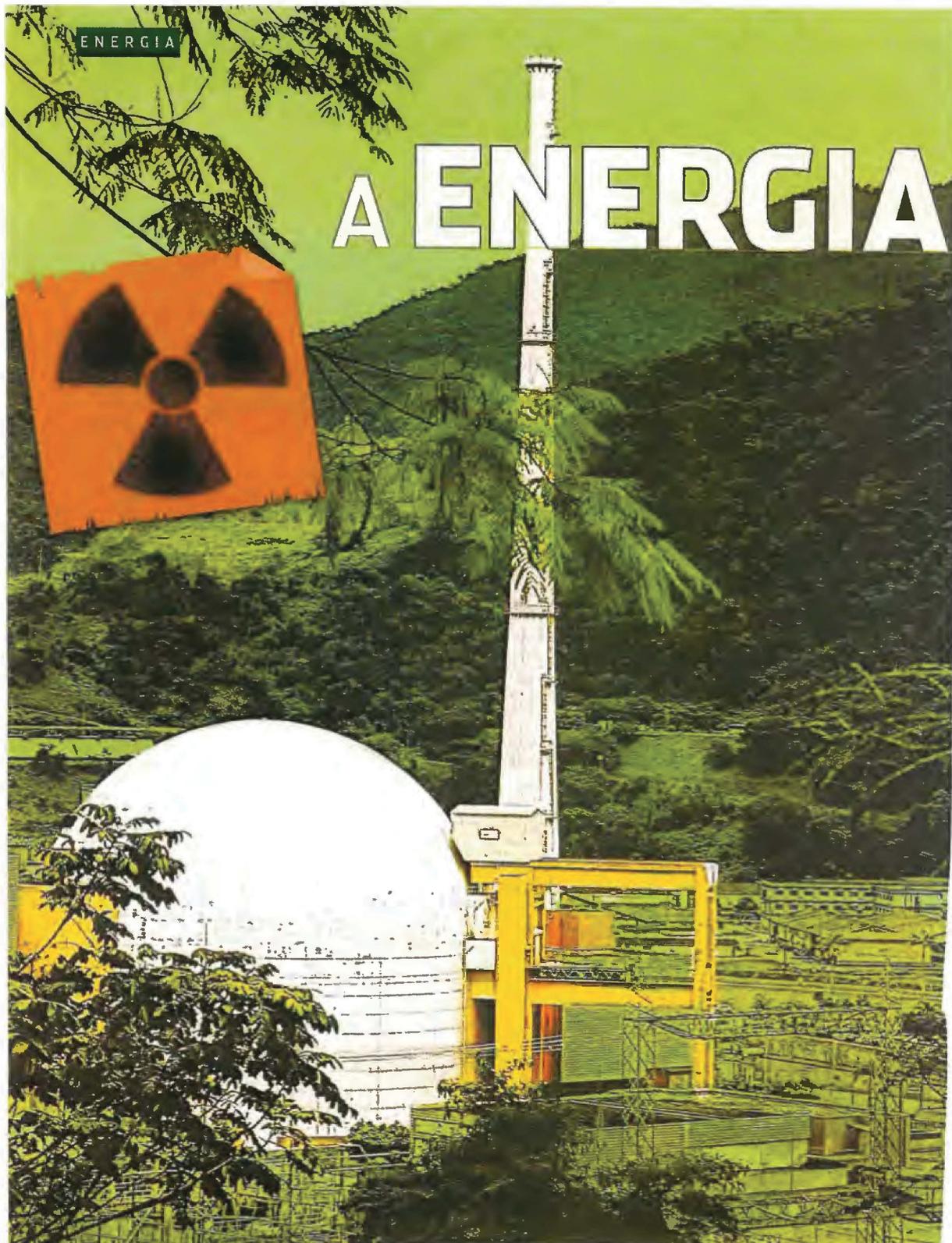
A divergência é clara entre os dois cenários. Quando a análise utiliza o valor de energia firme divulgado pelo empreendedor, o resultado é a viabilidade do projeto, mas isso não ocorre quando é utilizado o valor para a geração mínima constante obtido pela simulação com o modelo Hydrosim I.P. Cabe dizer ainda que, nessa avaliação econômica, não foram consideradas muitas externalidades, sem falar em custos indiretos e em outros valores de difícil quantificação – o que resultou em valores subestimados, em termos de custos socioambientais.

É bem verdade que a carga de informações de natureza puramente ambientalista lançadas sobre a população gera muitas vezes um sentimento de oposição às obras de grande porte. No caso do setor energético, porém, não se pode negar que a energia é uma necessidade fundamental da sociedade moderna. Portanto, sabendo que todo empreendimento nesse setor vai gerar impactos ambientais e sociais, em maior ou menor grau, é preciso encontrar formas de reduzir ao máximo tais impactos. Torna-se, assim, evidente a necessidade de levantamentos e estudos mais acurados sobre os diversos aspectos abordados neste texto, pois um problema ainda maior passa a existir quando os estudos são restritos ou apresentam informações desconstruídas, promovendo desgastes na opinião geral sobre o projeto.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- CICOGLIA, A.M. *Sistema de suporte a decisão para o planejamento e a programação da operação de sistemas de energia elétrica* (tese de doutorado). Campinas, 2003. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000336854>.
- ELETRONORTE. *Complexo Hidrelétrico de Belo Monte: Relatório de Viabilidade* (Relatório Final, Tomos I e II). Brasília, 2002. Disponível em <http://www.belomonte.gov.br/menu.html>.
- LEITÃO, N.C.S. *Avaliação sócio-econômica e ambiental do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte* (tese de mestrado). São José dos Campos, ITA, 2005. Disponível em <http://www.bd.bibli.ita.br/>
- MOTTA, S.R. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília, MMA, 1998.
- MÜLLER, A.C. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo, Makron Books, 1996.

ANEXO D – Matéria Revista Galileu



NUCLEAR pode ser VERDE?

Para deter o aquecimento global, ecologistas famosos defendem a construção de mais usinas atômicas e entram em choque com o movimento ambientalista mundial

PABLO NOGUEIRA
pdiago@edglobo.com.br

Que tal combater o aquecimento global construindo mais e melhores usinas nucleares? À primeira vista, parece um convite absurdo. Afinal, o combate ao uso da energia nuclear é uma das bandeiras que levou à própria criação da consciência ambientalista ainda nos anos 1960, antes mesmo do surgimento das primeiras ONGs e partidos verdes. O convite soa mais paradoxal quando se sabe que vem de nomes com importantes trajetórias no movimento ambientalista, como o americano Patrick Moore (um dos fundadores do Greenpeace) e o inglês James Lovelock, que chegou a ser chamado de "Gandhi da ecologia". "Estou convencido de que a energia nuclear é a única fonte capaz de atender a nossas necessidades e preservar o clima e a composição da atmosfera terrestre", pontifica Lovelock em seu livro "The Revenge of Gaia", lançado em dezembro. "Todo ambientalista responsável deveria apoiar qualquer movimento para substituir as usinas que usam combustíveis fósseis pelas nucleares", disse Moore em artigo no jornal "The Washington Post", em abril. Moore e Lovelock têm recebido uma chuva de críticas por parte do movimento ambientalista, que os acusa de desinformar o público. "A discussão sobre energia nuclear e aquecimento global é hoje uma batalha intelectual", diz Fritz Kuhn, um dos criadores do partido verde alemão. Kuhn esteve no Brasil em maio, num debate destinado a apresentar as novas idéias como falácia. »

ENERGIA

SÓ A ÍNDIA TEM OITO REATORES EM CONSTRUÇÃO. A CHINA PLANEJA OUTROS 30

» O uso da energia do átomo está crescendo rapidamente. Só entre 2003 e 2004 houve uma elevação de 2% da capacidade instalada de geração de eletricidade de origem nuclear. Segundo dados da Agência Internacional de Energia Atômica, existem mais de 20 novos reatores em construção, sendo oito na Índia, quatro na Rússia, dois na China e um

na Coreia. Por trás dessa movimentação está o crescimento econômico experimentado por esses países. Os chineses planejam construir outros 30 até 2020, e os coreanos, mais uma dezena. Estas novas usinas usam tecnologias avançadas para diminuir os riscos de vazamentos e acidentes (veja o quadro "Mais seguros" à frente).

No Ocidente é o combate ao efeito

estufa que coloca o tema na agenda dos governantes. Eles apostam em novas usinas atômicas para substituir as usinas a gás e a carvão que jogam anualmente milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. Em abril, durante um discurso à nação, o presidente americano, George Bush, disse que seu país era "viciado em petróleo", o qual é quase todo importado, e que por isso "um futuro mais seguro para a América passa por mais energia nuclear". Itália, Polônia e o novo governo conservador da Alemanha estão debatendo o assunto. Na Inglaterra o primeiro-ministro, Tony Blair, já se declarou favorável à construção de novas usinas.



ANGRA 3 é hoje apenas um canteiro de obras, mas sua conclusão está prevista para os próximos anos



Segurança é palavra chave em Angra 2. O reator é acompanhado por câmera (acima) monitorada 24 horas por dia por funcionários que se revezam em turnos na sala de controle (direita)



DO LABORATÓRIO À USINA



1942 O físico italiano Enrico Fermi estabelece a primeira reação nuclear em cadeia controlada num laboratório em Chicago

1946 Primeiro reator nuclear russo. No ano seguinte é inaugurado o primeiro reator para uso civil dos EUA, no laboratório de Brookhaven

1948 A França inaugura seu primeiro reator experimental, em Chatillon. Seu objetivo declarado é a criação de armamento

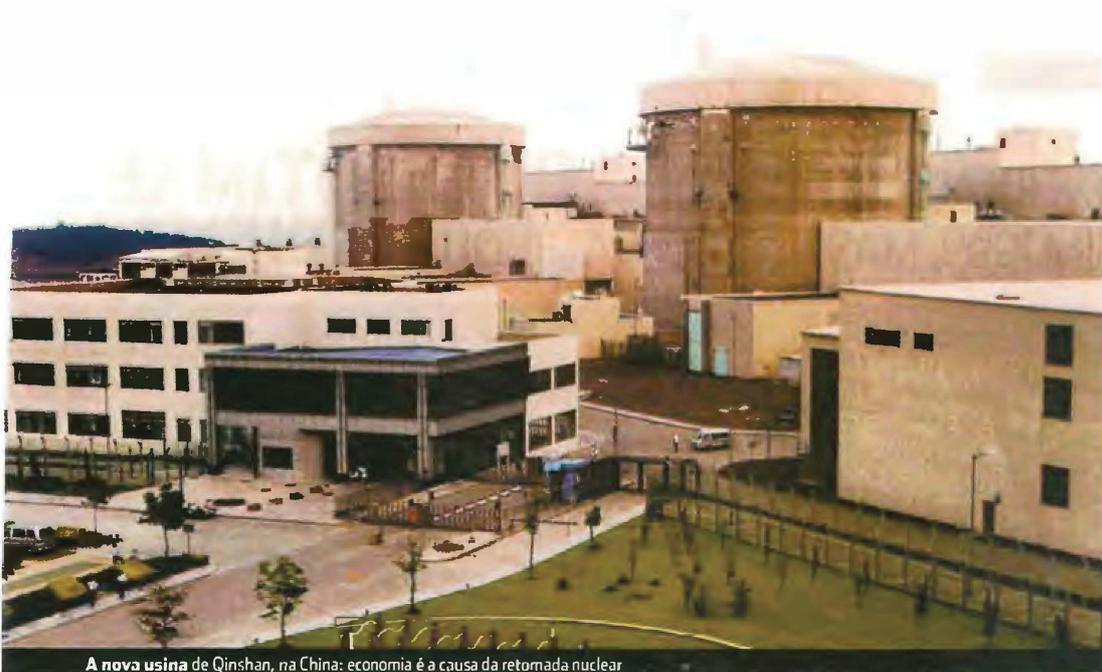
1951 Um reator no Argonne Laboratory, nos EUA, consegue gerar energia elétrica pela primeira vez



1945 Primeira bomba atômica testada no Novo México. Duas serão jogadas em Hiroshima e Nagasaki



1950 Primeiro reator nuclear da Inglaterra, em Windscale. Dois anos depois, um grave acidente espalha material radioativo

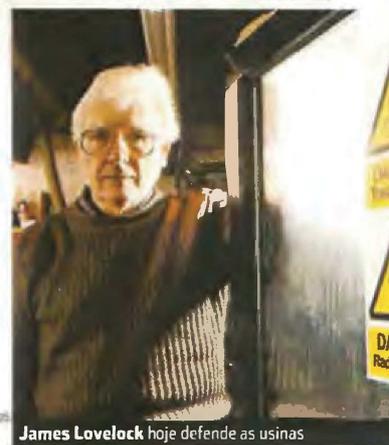


A nova usina de Qinsan, na China: economia é a causa da retomada nuclear

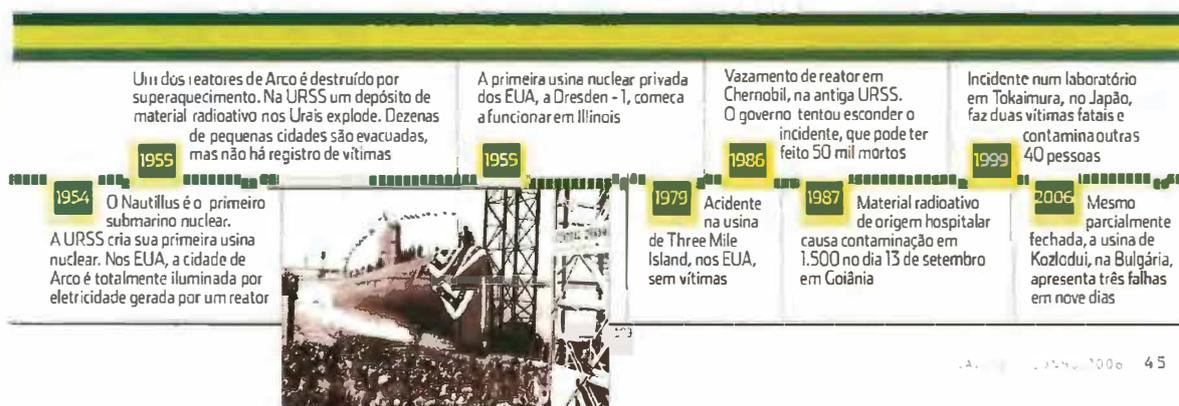
mas recebeu críticas de dois comitês de política científica só neste ano. A Finlândia está com uma usina em construção, a França vai começar a construir sua 61ª no ano que vem. Hoje o planeta possui 442 reatores nucleares, que geram 16% da eletricidade mundial. O departamento de energia dos EUA prevê que, até 2050, o total de usinas chegue a 1.000.

Para Moore e Lovelock, estamos no rumo certo. "Atualmente, 60% da energia dos EUA é produzida por mais de 600 usinas a carvão, enquanto 20% vem de 103 usinas atômicas", diz Moore. Para ele, "esses

20% correspondem a 700 milhões de toneladas de CO₂ que não são jogadas na atmosfera. Imagine os benefícios se conseguíssemos inverter as proporções no uso das duas fontes de energia". "A humanidade lança anualmente na atmosfera 27 bilhões de toneladas de CO₂", diz Lovelock. "A mesma quantidade de energia produzida de origem nuclear geraria 2 milhões de vezes menos detritos, que poderiam ser armazenados sem nenhum impacto ambiental", pondera ele. O inglês é taxativo: ou a humanidade investe pesado na energia nuclear agora ou "irá sofrer as consequências que lhe serão impostas pelo planeta." »



James Lovelock hoje defende as usinas



INCIDENTE NO JAPÃO FEZ **DUAS VÍTIMAS** EM 1999, MAS NÃO CONTAMINOU **AMBIENTE**

MAIS SEGUROS

O maior pesadelo de um administrador de usina nuclear é um superaquecimento no reator. Os projetos da chamada quarta geração de reatores utilizam uma nova tecnologia para diminuir a possibilidade de ocorrência desse tipo de problema. Veja a comparação ao lado

VARETAS



Nos reatores comuns, o combustível nuclear fica em varetas metálicas que exigem um sistema ótimo de refrigeração para evitar superaquecimento

SEIXOS



Nos novos reatores de seixos, milhares de grãos de urânio ficam dentro de esferas do tamanho de bolas de golfe que controlam o calor da reação nuclear



Energia eólica na Alemanha: opção não-nuclear

» Mas a maior parte dos ambientalistas vê a associação entre energia atômica e preservação ambiental por outro viés. “Patrick Moore está sendo financiado pela indústria nuclear”, ataca Jim Riccio, analista de política nuclear do Greenpeace. Realmente, pouco depois de haver escrito seu polêmico artigo, Moore participou do lançamento de uma certa “Coalizão pela Energia Limpa e Renovável”, uma entidade nova financiada abertamente por construtores de reatores. “São os empresários da indústria atômica internacional que estão fomentando esse debate”, disse Fritz Kuhn durante sua passagem pelo Brasil.

Para Riccio e Kuhn, esses industriais visam não a opinião pública, mas os governos nacionais. “A energia nuclear é que é muito cara, e só pode ser competitiva se for subsidiada pelos governos. É por isso que não se constrói uma usina nova nos EUA há 30 anos”, diz Kuhn. “Aqui nos EUA as empresas querem dinheiro público para construir usinas. Ninguém quer investir seu próprio capital”, diz Riccio. “E Bush, que tem vários ami-

gos no setor energético, está mais que disposto a financiar grandes empresas.” Riccio e Kuhn vão na contra-mão da nova onda nuclear. “Na Alemanha estamos investindo na energia eólica para substituir as usinas. Já fechamos duas usinas e queremos fechar mais 19 até 2020”, diz Kuhn. “Quem criou o atual modelo energético, com todos os seus problemas, foram as indústrias do petróleo e nuclear. Elas não podem ser a solução”, diz Riccio.

Quando o debate se atém estritamente aos elementos científicos, o que encontramos é a complexidade que sempre envolveu a questão nuclear. Risco ambiental e oportunidade energética estão nos dois pratos de uma balança delicada. A pedido dos verdes de seu país, o alemão Felix Matthes, pesquisador do Instituto de Ecologia Aplicada em Freiburg, buscou analisar os riscos caso a geração de energia atômica crescesse em até seis vezes nos próximos 50 anos.

Entre os fatores que Matthes destaca estão a exigência de pesados inves-

Milhares dessas esferas produzem energia sem risco de derreter o núcleo do reator. Por isso, ele precisa de menos proteção externa

O que os novos reatores não resolvem ainda é o que fazer com o lixo nuclear. A cada três anos de operação, é preciso trocar o combustível da usina



rimentos estatais, desde a mineração até o enriquecimento e o reprocessamento do material radioativo; aumento dos riscos de um acidente (até mesmo causado pela ação de terroristas); elevação da oferta de urânio para acompanhar a demanda, o que exigiria investimentos e, por tabela, encareceria o custo da energia; e ampliação do problema da estocagem dos resíduos.

Matthes prefere apostar nas alternativas defendidas pela maioria dos ambientalistas: maior otimização no aproveitamento da energia gerada hoje (em alguns casos, 50% do total é desperdiçado sem que seja usado pelo consumidor) e o desenvolvimento de fontes renováveis, como a energia eólica e a solar. “Se a geração de energia nuclear crescer de forma significativa, pode comprometer o financiamento necessário para o investimento nas energias renováveis”, diz.

Não é o que pensa Edson Kuramoto, presidente da Associação Brasileira de Energia Nuclear. Quando assumiu a presidência da associação três anos atrás, Kuramoto já vinculava o combate ao aquecimento global à construção de mais usinas. “Hoje nenhum país pode excluir qualquer opção energética, pois a crise do petróleo neste século é inevitável”, diz.

“As energias solar e eólica podem ser aproveitadas, mas de forma complementar. Não são alternativas para produção em grande escala”, afirma.

Ele rechaça as preocupações com a segurança. “Se o sistema não fosse seguro, não seria defendido por Moore e Lovelock.” De fato, o inglês ataca “a falsa imagem de um perigo nuclear” e explica o desastre de Chernobyl culpando as deficiências administrativas da antiga URSS. Mas incidentes aconteceram depois. Em 1999 dois trabalhadores morreram e 40 foram contaminados num laboratório em Tokaimura, no Japão. Aparentemente, não houve contaminação do ambiente externo. “A condenação da energia nuclear pelos ambientalistas é um dogma, não se baseia numa análise racional”, critica Kuramoto.

Não é fácil tomar posição num debate científico complexo, no qual os especialistas acusam uns aos outros de estar a serviço de outros interesses. E a pressão para encontrar respostas rápidas contra o aquecimento global só torna as decisões ainda mais difíceis. Mas a decisão mais errada parece ser a de não avaliar todas as alternativas possíveis antes de decidir por uma, ou várias delas. **6**

O GIGANTE Foguete nuclear já foi projetado, e poderia levar 150 pessoas ao espaço

Energia nuclear e espaço parecem feitos um para o outro, mas aqui também o cenário é complexo. Até hoje a Nasa já lançou 26 naves e sondas que usavam material radioativo como fonte de energia. A mais recente foi a New Horizons, que decolou em janeiro deste ano com destino a Plutão. Mas, em 1964, uma falha no lançamento de um satélite da marinha espalhou uma expressiva quantidade de radiação sobre a atmosfera e fez os engenheiros temerem pelas eventuais consequências de um acidente semelhante que envolvesse um foguete nuclear. Que por sinal chegou a ser projetado nos anos 1960, sob o nome de Órion. O projeto previa espaço para 150 tripulantes e usaria explosões nucleares como forma de propulsão. Segundo seus criadores (entre eles o famoso físico Freeman Dyson), o Órion alcançaria Marte e Saturno. O projeto foi arquivado, mas ainda hoje na Nasa é forte a crença de que a adoção da propulsão nuclear é apenas uma questão de tempo.



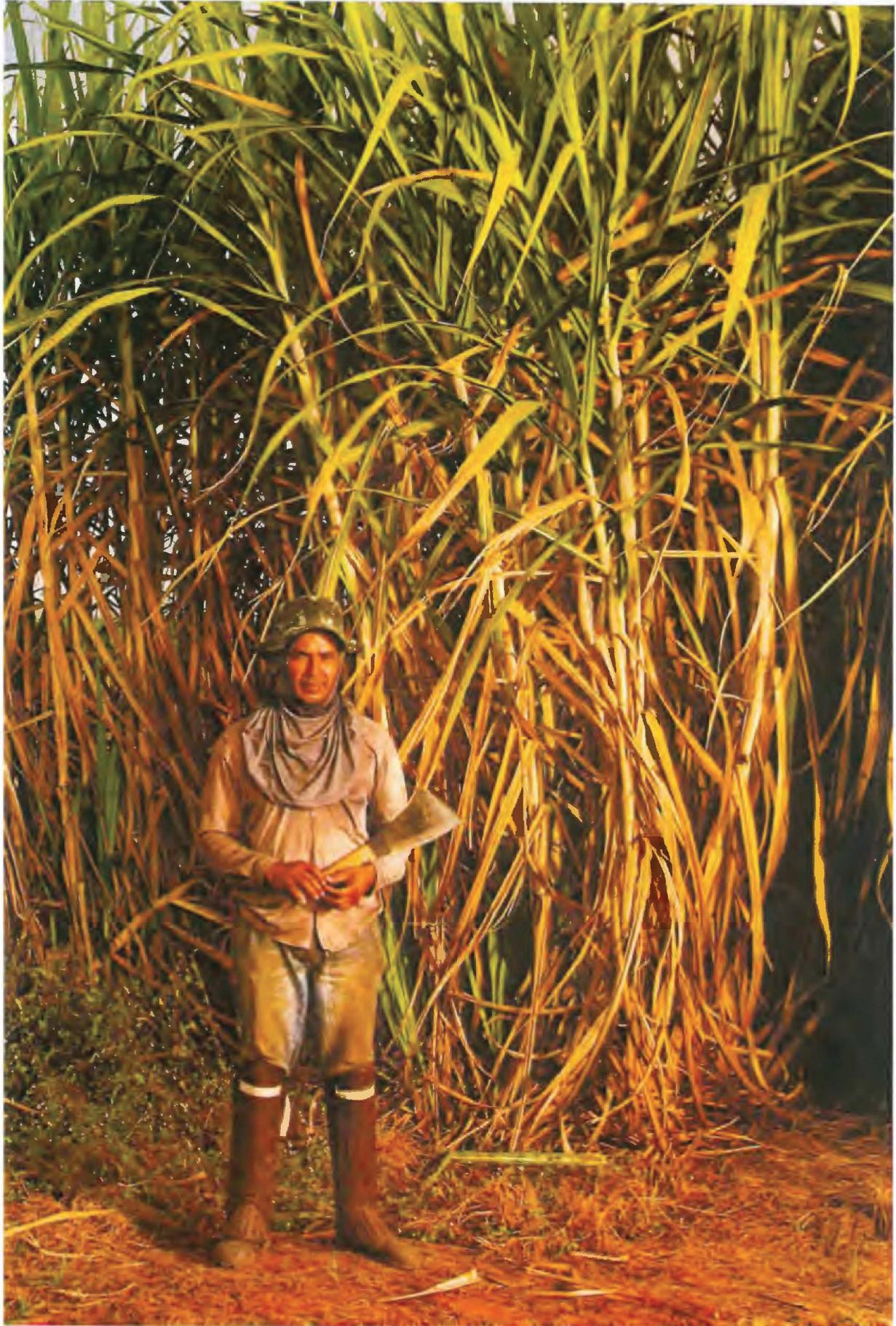
ANEXO E – Matéria Revista National Geographic



O sonho verde

Produzir combustíveis a partir de plantas pode ajudar o planeta – mas falta superar obstáculos.

Vestido para se proteger de cortes e serpentes, cortador faz uma pausa em canavial de Cosmópolis (SP). Metade da caça-de-açúcar no Brasil vira biocombustível – febre que agora se espalha pelo mundo.



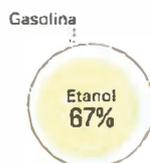


POR JOEL K. BOURNE, JR.

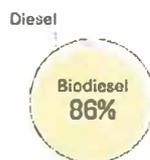
FOTOS DE ROBERT CLARK

TEOR ENERGÉTICO

Em um galão de etanol, comparado com um galão de gasolina



Em um galão de biodiesel, comparado com um galão de diesel



FORNE U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION

O etanol, ou álcool de cereais, queima reluzente e exibe seu potencial energético. O etanol e o biodiesel, produzidos a partir de cereais alimentícios como milho e soja, em princípio poderiam ser feitos com qualquer vegetal.

Quando Dario Franchitti levou sua máquina aerodinâmica, nas cores laranja e preto e com motor de 670 cavalos, à vitória na prova de Indianápolis 500 deste ano, o efusivo escocês tornou-se o responsável por uma das mais curiosas notas na história do esporte. Ele subiu ao pódio como o primeiro piloto a vencer a prova de automobilismo mais famosa dos Estados Unidos com um carro abastecido apenas com etanol – o translúcido e calórico álcool de milho produzido pelos americanos.

A adoção desse combustível pelos competidores na corrida de Indianápolis é apenas mais um sinal do estouro da boiada em direção aos biocombustíveis, substitutos da gasolina e do óleo diesel que são extraídos de plantas como milho, soja e cana-de-açúcar. Para os entusiastas, tais fontes renováveis de energia poderiam reanimar a economia rural, diminuir a preocupante dependência de petróleo e – o melhor de tudo – reduzir a quantidade cada vez maior de dióxido de carbono que lançamos no ar. Ao contrário do carbono liberado pela queima de combustíveis fósseis, que vem elevando sem parar o termostato da Terra, o carbono dos biocombustíveis provém da atmosfera, de onde é capturado pelas plantas durante seu período de crescimento. Em teoria, portanto, a queima de um tanque de etanol poderia até mesmo zerar a conta de carbono de um carro de competição em Indianápolis.

O termo crucial aqui é “poderia”. Os biocombustíveis, tais como são produzidos hoje nos Estados Unidos, vêm beneficiando sobretudo alguns poucos fazendeiros e gigantes do agrogócio, como a Archer Daniels Midland e a Cargill, mas não se pode dizer o mesmo quanto ao ambiente. O cultivo de milho requer grandes quantidades de herbicidas e fertilizantes à base de nitrogênio e pode provocar mais erosão no solo do que qualquer outra cultura agrícola. A própria produção de etanol de milho consome uma quantidade considerável de combustível fóssil – justamente o que ele vem substituir. A situação melhora apenas um pouco com o biodiesel produzido a partir de grãos de soja. Por outro lado, os ambientalistas temem que o aumento dos preços de ambos os produtos acabe levando os agricultores a cultivar cerca de 14 milhões de hectares de terras

secundárias atualmente reservadas para a recuperação do solo e a conservação da fauna selvagem, potencialmente liberando ainda mais dióxido de carbono retido nos campos incultos.

O interesse elevou a tal ponto o preço do milho que os produtores americanos já se preparam para colher a maior safra desde a Segunda Guerra Mundial. Cerca de um quinto dela será destinado à produção de etanol – mais que o dobro do que se destinava cinco anos atrás. No entanto, tão grande é a sede por combustível entre os americanos, com seus utilitários esportivos beberrões, que, mesmo que toda a safra de milho e soja fosse transformada em biocombustível, ela substituiria apenas 12% da gasolina e 6% do óleo diesel consumidos no país.

Mesmo assim, a perspectiva de ondas douradas de plantações de combustível é atraente demais para ser ignorada, sobretudo diante do exemplo do Brasil. Três décadas depois de lançarem um programa de emergência para substituir parte da gasolina consumida no país pelo álcool de cana-de-açúcar, as autoridades brasileiras anunciaram no ano passado que, graças ao álcool combustível e ao aumento da produção interna de petróleo, o país já não depende da importação de petróleo. Os investidores, seguindo o exemplo de executivos famosos, como Richard Branson, da Virgin Atlantic, e Vinod Khosla, da Sun Microsystems, embarcaram na nova tendência e aplicaram mais de 70 bilhões de dólares em empresas produtoras de energia renovável. O governo americano ofereceu subsídios consideráveis aos produtores de etanol, e o presidente Bush destinou mais de 200 milhões de dólares a pesquisas com o objetivo de substituir por etanol e outros combustíveis 15% do consumo previsto de gasolina nos Estados Unidos até o ano de 2017.

“Há o risco de produzirmos etanol de maneira incrivelmente burra”, diz Nathanael Greene, do Conselho de Defesa dos Recursos Nacionais dos Estados Unidos. “Todos queremos um futuro re-

pleto de fauna selvagem, carbono no solo e benefícios generalizados.” A chave para isso, segundo Greene e outros cientistas, é descobrir como produzir combustível a partir de matéria vegetal que não serve de alimento: caules, gramíneas, árvores de crescimento rápido e até mesmo algas. Essa abordagem, combinada à opção por veículos que fazem uso de energia mais eficiente, “poderia eliminar a demanda por gasolina até 2050”, afirma.

Um século atrás, o primeiro carro de Henry Ford utilizava álcool como combustível, ao passo que Rudolf Diesel alimentava com óleo de amendoim o motor que recebeu seu nome. No entanto, ambos os inventores logo descobriram que o “óleo de pedra”, depois de refinado, liberava muito mais potência por litro do que seus equivalentes vegetais, além de ser barato. Por isso, logo o petróleo fez com que os combustíveis vegetais fossem descartados. Apenas em épocas de escassez – como o embargo do petróleo promovido pela Opep em 1973 – os Estados Unidos e outros países voltaram a pensar no etanol, misturando-o à gasolina de modo a ampliar ao máximo seus estoques de combustível. Só depois de 2000 o álcool voltou com toda a força como combustível, sobretudo sob a forma de aditivo em fórmulas menos poluentes de gasolina.

Os entusiastas do etanol lembram que o setor petrolífero se beneficiou de subsídios imensos durante décadas, incluindo bilhões de dólares por ano de renúncia fiscal, assim como dezenas de bilhões de dólares empregados todos os anos na defesa dos campos petrolíferos no Oriente Médio – antes mesmo da guerra no Iraque. E isso sem falar nos incalculáveis prejuízos à saúde das pessoas e ao ambiente ocasionados pela poluição gerada por automóveis, caminhões e refinarias. Enquanto os subsídios ao petróleo seguem direto para as mãos de algumas das empresas mais ricas do mundo, aqueles destinados ao etanol estão provocando um renascimento econômico em pequenos vilarejos do interior dos Estados Unidos, como Wahoo, em Nebraska.

Em meados deste ano, com as 16 usinas de etanol de Nebraska se preparando para processar um

O fotógrafo Robert Clark vive em Nova York. Ele decidiu reduzir suas emissões de carbono usando bicicleta e reciclando embalagens.

“Esta é a primeira vez que planto apenas milho, e nada de feijão. A tentação é a de deixar de criar gado e só produzir milho.”

ROGER HARDERS, FAZENDEIRO DE NEBRASKA



Ondas douradas de milho esparramam-se em um pátio em Nebraska, nos EUA. Em 2006, esta montanha de grãos alimentou as vacas leiteiras da Califórnia. Neste ano, seu destino é virar álcool. As 16 usinas de etanol do estado vão consumir um terço da produção.

terço da safra do estado, os preços do milho haviam dobrado e os agricultores estavam ansiosos para embolsar os lucros mais polpudos que tinham visto em toda a vida. “Esta é a primeira vez que planto apenas milho, e nada de feijão”, diz Roger Harders, fazendeiro de Wahoo. “A tentação é a de deixar de criar gado e só produzir milho.”

A despeito de todo esse entusiasmo, não é nada fácil encher o tanque do carro com etanol nos Estados Unidos. Ele continua sendo usado principalmente como aditivo à gasolina. Cerca de 1 200 postos concentrados na região produtora de milho, apenas, vendem o novo combustível na forma de E85, uma mistura de 85% de etanol e 15% de gasolina, útil só em motores especialmen-

te projetados. O etanol tem rendimento 30% menor que o da gasolina, mas, como naquela área o galão (com 3,79 litros) custa cerca de 2,80 dólares, ele se mostra competitivo em relação à gasolina, vendida a 3,20 dólares.

Christine Wietzki responde pela gerência técnica de uma das mais avançadas usinas de etanol dos Estados Unidos, a E3 BioFuels, localizada na minúscula Mead, em Nebraska, com população que se resume a 564 pessoas. Sob uma gélida chuva de primavera, Christine mostra a usina, um grupo de edifícios, tanques e um silo, que se erguem em um lamaçal cinzento e com forte odor vindo de uma área adjacente cercada em que há 30 mil vacas. Muito do que acontece em seus

tanques e suas tubulações é típico de toda destilaria de grande porte – afinal, desde sempre as pessoas transformam cereais em álcool. Os grãos são moídos, misturados com água e aquecidos; em seguida, acrescentam-se enzimas para converter o amido em açúcares. Em um tanque de fermentação, a levedura transforma os açúcares em álcool, o qual é isolado da água por meio de destilação. O resíduo vira alimento para as vacas, e parte da água usada, com elevado teor de nitrogênio, é distribuída pelos campos como fertilizante.

Todo o processo libera também grande quantidade de dióxido de carbono, e é aí que o rótulo verde do etanol começa a ficar pardo. A maioria das usinas de etanol depende da queima de gás natural ou, cada vez mais, de carvão para gerar o vapor utilizado na destilação, adicionando emissões de combustíveis fósseis ao dióxido de carbono produzido pela levedura. O cultivo de milho requer ainda fertilizantes com nitrogênio, fabricados com gás natural, e o emprego intensivo de equipamentos agrícolas movidos a óleo diesel. Alguns estudos sobre o equilíbrio energético do etanol de milho – os quais estimam a quantidade de energia fóssil necessária para produzi-lo – apontam a irracionalidade do processo, que requer mais combustível fóssil emissor de carbono do que aquele que viria a substituir. Outros estudos, porém, indicam uma ligeira vantagem positiva. Entretanto, seja qual for o cálculo, o etanol de milho não representa nenhuma panacéia contra o efeito estufa.

“Os biocombustíveis são total perda de tempo e estão nos desviando daquilo em que de fato devemos nos concentrar, ou seja, o uso mais eficiente da energia”, diz David Pimentel, da Universidade Cornell, um dos mais enfáticos críticos do etanol. No entanto, Wietzki e seus colegas em Mead estão confiantes em que vão acabar conseguindo resultados mais animadores. Eles esperam tornar mais vantajosos o aproveitamento energético e a neutralização do efeito estufa por meio de um sistema de circuito fechado – e é aí que entram as vacas. A idéia é abastecer os aquecedores com o gás metano obtido em dois biodigestores gigantes, cada qual com capacidade de

Etanol de milho

Quase todo o etanol dos Estados Unidos é destilado de milho amarelo usado na alimentação de animais. A proliferação de usinas de etanol já provoca aumento de preços. O etanol é vendido como aditivo de gasolina ou como E85 (85% de etanol, 15% de gasolina).



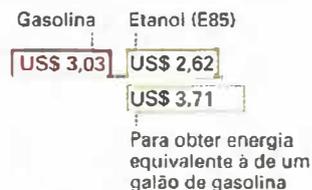
■ PRODUÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS

4,86 bilhões de galões (2006)

CUSTO DE PRODUÇÃO NOS EUA

US\$ 1,09 por galão

■ PREÇO AO CONSUMIDOR - EUA (por galão, jul. 2007)

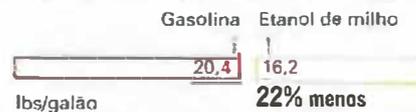


■ EQUILÍBRIO ENERGÉTICO

Consumo de combustível fóssil na produção do renovável (entrada), comparado com o teor energético deste (saída)



■ EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (prod. e uso)



FONTES: U.S. DEPARTMENT OF ENERGY; U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; RENEWABLE FUELS ASSOCIATION; ENERGY FUTURE COALITION; WORLDWATCH INSTITUTE

Etanol de cana

A cana-de-açúcar do Brasil tem produtividade de 5,7 mil a 7,6 mil litros por hectare, duas vezes superior à do milho dos Estados Unidos. Um quinto do caule da cana é açúcar (destilado, vira álcool), e o bagaço, ao ser queimado, reduz o uso de combustíveis fósseis nas usinas.



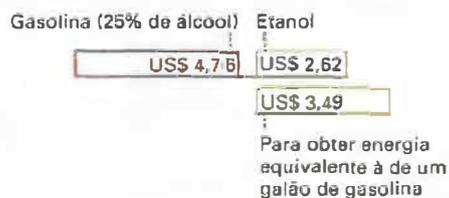
▪ PRODUÇÃO NO BRASIL

3,96 bilhões de galões (2005)

CUSTO DE PRODUÇÃO NO BRASIL

US\$ 0,87 por galão

▪ PREÇO AO CONSUMIDOR - BRASIL (por galão, set. 2007)

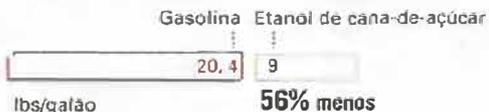


▪ EQUILÍBRIO ENERGÉTICO

Consumo de combustível fóssil na produção do renovável (entrada), comparado com o teor energético deste (saída).



▪ EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (prod. e uso)



FONTES: U.S. DOE; U.S. EPA; WORLDWAG; CH INSTITUTE; IOWA STATE UNIVERSITY

15 milhões de litros, alimentados com o esterco recolhido na área dedicada ao gado – na verdade, usando biogás para produzir biocombustível.

É fácil perder a fé nos biocombustíveis quando se conhece apenas o etanol de milho. Um quadro mais animador encontra-se na cidade de São Paulo, onde milhões de motoristas passam horas em congestionamentos, com o motor de seus carros movido pelo álcool produzido nos canaviais do interior do país. O Brasil vem usando algum tipo de etanol em veículos desde a década de 1920, mas a reviravolta ocorreu na década de 1970, época em que se importavam três quartos do petróleo consumido. Quando o choque do petróleo promovido pela Opep ameaçou a economia do país, o então presidente, general Ernesto Geisel, decidiu pôr um fim à dependência de petróleo importado. Geisel concedeu financiamentos para a construção de usinas de álcool, fez com que a estatal Petrobras instalasse bombas de álcool em seus postos por todo o país e ofereceu incentivos fiscais à indústria automobilística para que fabricasse veículos com motor adaptado ao uso do novo combustível. Até meados da década de 1980, boa parte dos carros vendidos no Brasil era abastecida exclusivamente com álcool.

Entusiastas da Fórmula 1, os motoristas brasileiros adotaram a novidade, sobretudo devido à elevada octanagem – cerca de 113 octanas – do álcool de cana. Isso significa que ele queima melhor a uma taxa de compressão mais alta que a da gasolina, conferindo maior potência aos motores adaptados. Com a vantagem adicional, proporcionada pelos subsídios oficiais, de custar bem menos. Porém, a trajetória do álcool combustível no Brasil nem sempre foi tranquila. No início dos anos 1990, a queda nos preços do petróleo levou o governo a cancelar os subsídios, e os altos preços do açúcar fizeram com que os usineiros não vissem vantagens em produzir o combustível. Milhões de proprietários de carros a álcool, como o engenheiro Roger Guilherme, que ocupa cargo de supervisão na Volkswagen do Brasil, de repente ficaram presos a um combustível menos vantajoso que a gasolina.



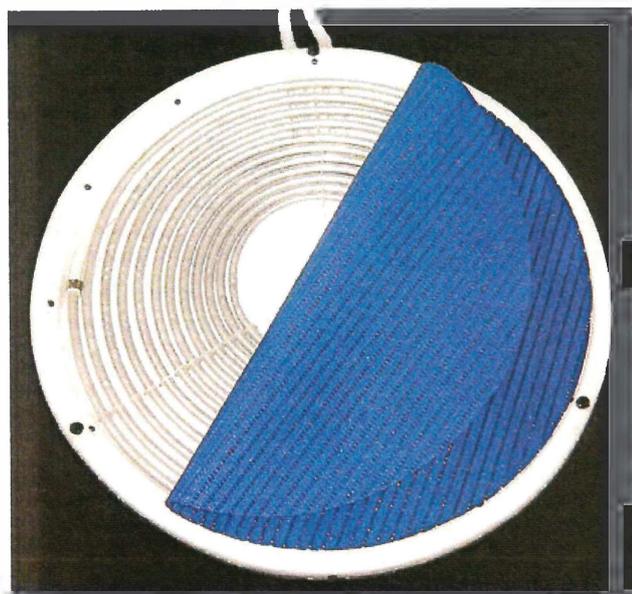
ENGENHARIA ELÉTRICA

Chuveiro esperto

Empresa mineira desenvolve sistema que recupera calor da água do banho

MARCOS DE OLIVEIRA

Plataforma com tapete e a espiral de alumínio que aquece a água



Foi em pleno banho ao lavar os pés sujos de terra avermelhada que o tecnólogo José Geraldo de Magalhães teve uma idéia ao perceber a água quente se esvaindo pelo ralo. Pensou em desperdício e começou a imaginar um sistema que aproveitasse esse calor para ajudar a esquentar a própria água do chuveiro. Sete anos depois daquele dia na sua cidade natal, em Rio Vermelho, no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Magalhães acompanha, desde setembro, a distribuição gratuita de um lote de 7 mil peças de seu invento para pessoas carentes da Região Metropolitana de Belo Horizonte num programa elaborado e financiado pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cernig). Chamado de recuperador de calor para chuveiros elétricos, o sistema possibilita uma redução de 44% no gasto de energia elétrica de uma residência. O recuperador é produzido pela empresa Rewatt Ecológica, da qual Magalhães é um dos sócios.

O funcionamento é simples. Em vez da água da caixa ou da rede de distribuição ir direto para o chuveiro, ela segue por uma mangueira e chega a uma plataforma de plástico reforçado instalada no chão do banheiro, com 58 centímetros (cm) de diâmetro e 4 cm de altura com tapete e estrutura antiderrapante. Dentro dela existe um trocador de calor feito de alumínio, na forma de um encanamento em espiral, que recupera o calor da água quente do banho e aquece, em cerca de 20 segundos, a água limpa no interior do cano. A água aquecida é levada, por pressão natural ou por um pressurizador, para o chuveiro.

A diferença do novo sistema é que quando a água chega ao aparelho ela já está pré-aquecida em comparação à existente na caixa. Normalmente a água natural parte dos 20° Celsius (C) e é esquentada no chuveiro até 38°C, que é a temperatura do banho quente no inverno. “Se ela já estiver com 27°C, a diferença cai de 18° para 11°C”, diz a professora Júlia Maria Garcia Rocha, do Grupo de Estudos e Energia (Green) do Instituto Politécnico da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Foi ela quem coordenou os dois testes que comprovaram tecni-

camente a viabilidade do sistema, primeiro a pedido de Magalhães e depois da Cemig. "No início, nós não acreditávamos que o recuperador funcionasse. Depois fizemos os testes, o modelamento teórico e, no final, sugestões para melhorar o equipamento", diz Júlia. "Fiquei tão impressionada que coloquei o recuperador na minha casa."

A economia é mais visível com a troca do chuveiro. "Esse aparelho é o vilão do gasto energético em uma residência e, com o recuperador de calor, é possível usar um chuveiro menos potente", diz Magalhães. Assim, em vez de um aparelho de 5.400 watts de potência, por exemplo, é possível usar um com 3.200 watts que funcione bem, mesmo no inverno, ou até menos potente ainda dependendo da região. "Um dos primeiros protótipos eu vendi para um teste de campo na cidade de Carlos Barbosa, no Rio Grande do Sul, próximo à cidade de Casias do Sul. Lá eles trocaram um chuveiro de 7.400 watts por um de 4.400 watts", diz Magalhães.

Outro caso de sucesso contabilizado por Magalhães, ainda na fase experimental, foi a instalação de nove recuperadores de calor em uma academia de ginástica na cidade de Pedro Leopoldo, em Minas Gerais, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Na instalação, os chuveiros de 5.400 watts passaram para 2 mil watts e os com potência de 4.400 watts foram substituídos por aparelhos de 1.800 watts. Depois de 30 dias a redução do gasto energético foi de 1.020 quilowatts-hora (kWh) na conta de luz, resultando em menos R\$ 612,00 nas despesas da academia.

Nas residências o consumo de energia elétrica representa 24% do total gasto no Brasil, ou 83 mil megawatts-hora (MWh) por ano, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia. Desse número, de 26 a 32% representam o aquecimento de água para banho, grande parte concentrado no horário de pico, entre 18 e 21 horas. Dessa forma, o gasto energético nacional apenas com chuveiro atinge cerca de 22 mil MWh. Segundo números da Rewatt, se todos os chuveiros brasileiros adotassem o recuperador de calor, a economia de energia elétrica seria equivalente a 2,56% do total consumido no país, igual a uma porção

O chuveiro é o vilão do gasto energético em uma residência e, com o recuperador de calor, é possível usar um aparelho menos potente. Troca-se um chuveiro de 5.400 watts por outro de 3.200 watts que funcione bem, mesmo no inverno

de 8 mil MWh, semelhante às necessidades energéticas anuais do estado de Goiás, por exemplo.

Em grande escala, por enquanto, o sistema da Rewatt estará apenas nas residências escolhidas pelo Projeto Conviver da Cemig, que tem o objetivo de implementar ações de eficiência energética e aproximar a empresa das populações mais carentes. "Quem vai receber a doação do sistema são residências com mais de quatro pessoas, que são pontuais nos pagamentos e têm a média anual de, no mínimo, 90 kWh por mês", diz o coordenador do Projeto Conviver, Henrique França Costa. Além do recuperador, o projeto vai distribuir gratuitamente cerca de 300 mil lâmpadas compactas para substituir as incandescentes que gastam mais. Neste ano a Cemig vai aplicar R\$ 21,5 milhões no programa. Os recuperadores representam um investimento de R\$ 2,4 milhões. A iniciativa faz parte de uma resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) que indica a todas as concessionárias de energia elétrica a obrigatoriedade de investir 1% da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e em projetos de eficiência energética (PEE). No caso do projeto Conviver, outro fator importante é a geração de receita adicional para a família que gastará menos com a conta de luz. Também ganham as comunidades que terão os instaladores do recuperador de calor recrutados no próprio local. O treinamento está sendo realizado pela Rewatt e pela Cemig.

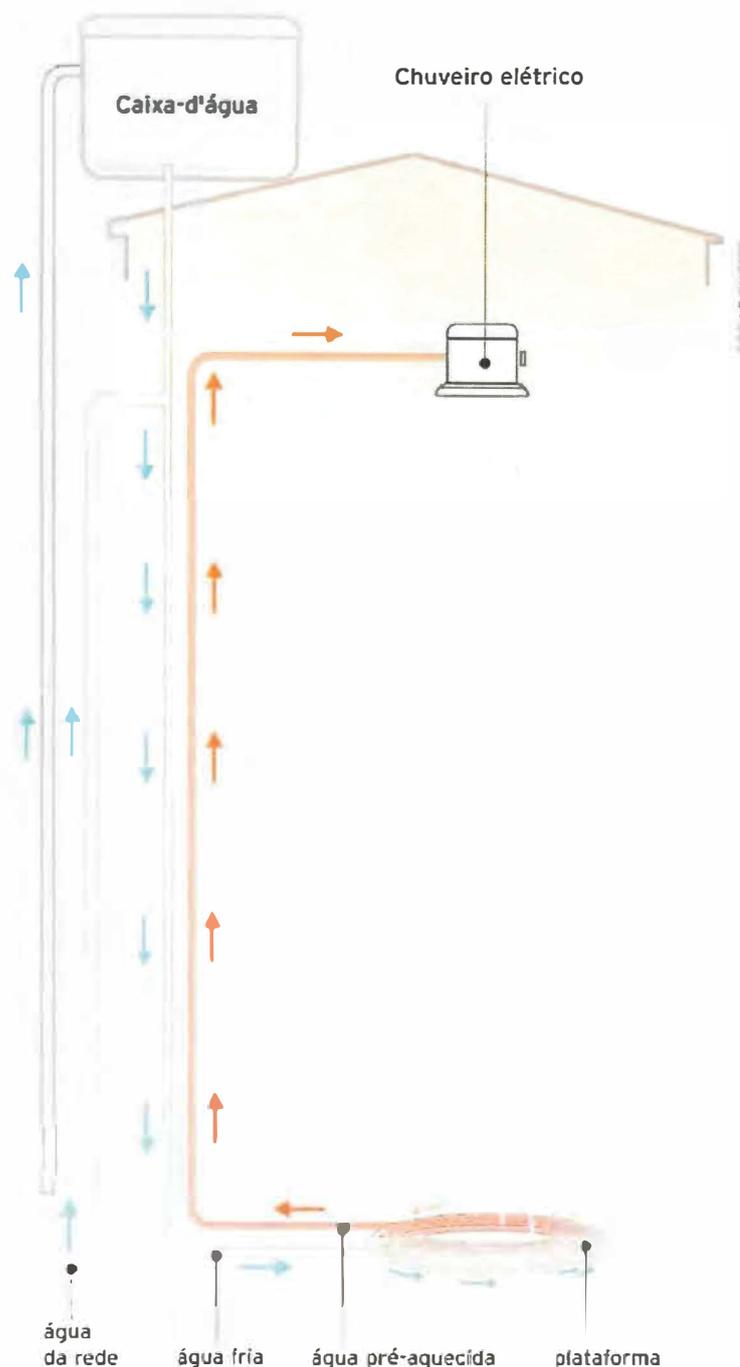
A trajetória de sucesso do invento de Magalhães começou logo depois da ideia original em Rio Vermelho. "Eu tinha uma empresa de instalação e reparo de ar-condicionado automotivo e, após o registro da patente de invenção no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), cheguei a fazer cerca de cem protótipos do recuperador. No final buscava a melhor forma, a beleza e a funcionalidade", lembra Magalhães, formado em tecnologia de edificações no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG), em Belo Horizonte. "Fiz buscas de patentes internacionais e encontrei algo parecido na Alemanha e na Inglaterra, mas os equipamentos não funcionaram lá. Por teimosia insisti no recuperador, mas acabei quebrando a minha empresa." A partir

daí ele passou a procurar parceiros para a produção do equipamento. Estava numa feira de inventores no Pavilhão do Expominas, em março de 2005, em Belo Horizonte, quando o consultor e administrador de empresas Valério José Monteiro conheceu o invento e se interessou em viabilizar aquele produto. “Em abril de 2005, após inúmeras conversas, estruturamos um bom plano de negócios e buscamos capital no mercado. Estivemos com alguns investidores que gostaram da idéia, mas não acreditaram no potencial da empresa. Insistimos mais até encontrarmos o Marco Antônio Almeida Resende, que entrou como sócio investidor, injetando R\$ 200 mil e mais dois anos de muita dedicação e trabalho. Com isso conseguimos terminar o desenvolvimento do recuperador”, diz Monteiro. Ele diz que empresas fornecedoras de peças também entraram no projeto, como parceiras de risco. Em 2006 a Rewatt ofereceu o produto para a Cemig, que logo contratou a empresa como parceira no projeto de eficiência energética.

O segundo passo da Rewatt será colocar o produto no mercado. “Estamos nos estruturando para vender o recuperador para um público mais amplo a partir de janeiro de 2008. Com o custo aproximado de R\$ 360,00, o produto se paga em dez meses quando utilizado em residências com até quatro pessoas. Há casos em que a redução pode atingir 50% do valor da conta, reduzindo assim o prazo de amortização”, diz Monteiro. “Vamos focar o mercado distribuidor das regiões Sul e Sudeste, inicialmente.” Enquanto isso, o inventor Geraldo Magalhães, aos 56 anos, continua pensando em inovações e novos inventos. Ele acredita que pode transpor esse sistema para outras formas de aquecer o banho, como aqueles em que existem câmaras de aquecimento, chamadas de *boilers*, como acontece em outros países latino-americanos e na Europa, por exemplo, locais onde inexistem o chuveiro elétrico. “Chuveiro como no Brasil, pelo que sei, só existe no Peru. O recuperador de calor pode ser adaptado para processos de aquecimento de qualquer país. É preciso um projeto específico”, informa Magalhães. Sobre outros inventos, ele prefere não falar. “Ainda estou estudando.”

Caminhos da água quente

Antes de ir para o chuveiro, a água da caixa ou da rede de abastecimento seque por uma mangueira até uma plataforma de plástico, com um encanamento de alumínio em espiral no interior, onde ocorre a troca de calor. Depois desse pré-aquecimento, a água vai para o chuveiro



MEIO AMBIENTE

Lâmpadas econômicas, mas tóxicas

Regras de reciclagem variam para as lâmpadas fluorescentes que contêm mercúrio **POR DAVID APPELL**

Cada vez mais os consumidores estão optando por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC). Com consumo de energia 25% menor que o das tradicionais lâmpadas incandescentes (e com vida útil cerca de dez vezes maior), os pequenos tubos encaracolados tornaram-se um símbolo da vida ecológica e uma maneira de amenizar o aquecimento global. A Austrália irá exigir a troca de todas as lâmpadas incandescentes de casas e estabelecimentos comerciais por LFCs até 2010, projetando uma redução na emissão de gases de efeito estufa de até 4 milhões de toneladas métricas por ano. Nos Estados Unidos, pelo menos quatro estados e o Congresso vêm considerando medidas parecidas.

No entanto, as LFCs têm um porém: os bulbos contêm mercúrio e não podem ser descartados com o lixo normal. Cerca de 2 bilhões de CFLs serão vendidos nos EUA este ano (aproximadamente 5% do total de venda de lâmpadas) – levantando a questão de como lidar, a cada ano, com 10 toneladas métricas de mercúrio das lâmpadas queimadas.

O mercúrio é essencial para o funcionamento das lâmpadas fluorescentes. Uma carga eletrostática vaporiza o mercúrio e o induz a emitir luz ultravioleta, que faz a camada de fósforo no interior do bulbo brilhar. O mercúrio é uma neurotoxina potente e especialmente perigosa para fetos e crianças. Atualmente nos EUA, cerca de um sexto das crianças nascem expostas a

níveis de mercúrio tão altos que sofrem risco de perda de memória e dificuldades no aprendizado, de acordo com a agência de proteção ambiental do país.

Cada LFC contém aproximadamente 5 mg de mercúrio, a mesma quantidade de tinta na ponta de uma caneta esferográfica. Claro que essa quantidade não oferece o mesmo risco que, por exemplo, um peixe contaminado com mercúrio (a U.S. Food and Drug Administration, órgão governamental americano que controla alimentos e medicamentos, estabelece um limite de 0,17 mg por uma lata de atum de 170 g). No entanto, o metal pode contaminar reservatórios de água ou o ar, se for incinerado.

Apesar de todo o esforço, as empresas

BLOCO DE NOTAS

E se a LFC quebrar?

Apesar de as lâmpadas fluorescentes conterem mercúrio, se uma delas se quebrar em sua casa, não é preciso chamar nenhuma equipe de especialistas em material perigoso. Abra as janelas para dissipar o vapor de mercúrio. Vista luvas e use uma fita adesiva para coletar cacos e resíduos em pó do interior da lâmpada. Jogue a fita e os cacos grandes em um saco plástico. Depois de passar um aspirador de pó no local, jogue o saco do aspirador em saco plástico duplamente selado.

não conseguem encontrar um substituto para o mercúrio, embora a redução na quantidade da substância nas lâmpadas esteja sendo satisfatória. “Os fabricantes estão mais atentos para o mercúrio das lâmpadas que produzem”, diz Bill Stanwood, do Product Stewardship Institute, organização sem fins lucrativos de Boston que busca reduzir os impactos dos produtos de consumo na saúde e no meio-ambiente. Enquanto a indústria já está familiarizada com a necessidade de reciclar as lâmpadas, os consumidores comuns ainda precisam se acostumar com a idéia – a taxa de reciclagem para lâmpadas fluorescentes nos EUA é de aproximadamente 24%, de acordo com a Associação dos Recicladores de Mercúrio e Iluminação. “Cerca de um terço do país vive em lugares onde não se podem jogar essas coisas no lixo legalmente”, diz Paul Abernathy, membro da associação.

Atualmente, as opções de reciclagem variam por todos os EUA. A empresa Sylvania oferece, pelo correio, um kit de reciclagem que custa cerca de US\$ 1 por lâmpada. O hipermercado Wal-Mart, que no ano passado anunciou a meta de vender 100 milhões de LFC anualmente, agora tem

quiosques para que os consumidores depositem as lâmpadas usadas – mas somente nas lojas da Califórnia. O correio americano está estudando a implantação de um programa, com contêineres especiais para reciclagem em cada agência.

Pelo menos um estado vem demonstrando a viabilidade econômica da reciclagem da LFC. Vermont tem um dos índices mais altos de vendas dessas lâmpadas por família, e em 1998 foi o segundo estado a aprovar uma lei exigindo sua reciclagem. Em agosto de 2005, a True Value, loja de ferramentas da região, passou a recolher as LFCs usadas, mandando-as de volta aos depósitos a bordo dos caminhões que trazem as lâmpadas novas. Esse processo de “distribuição inversa” custa por volta de 35 centavos de dólar por lâmpada, segundo Karen Knaebel, coordenadora de Educação e Redução do Mercúrio do Departamento de Preservação do Meio Ambiente de Vermont. (Uma pesquisa do estado descobriu que dois terços dos residentes pagariam até 50 centavos de dólar para reciclar uma lâmpada.)

Com essa estratégia, Vermont já reciclou quase 4 km de lâmpadas fluorescentes tradicionais (se colocadas em linha reta) e 4 mil



ENERGIA VERDE: Lâmpadas fluorescentes compactas gastam menos energia que as incandescentes, mas, como contêm mercúrio, são uma ameaça ao meio ambiente

LFCs em quase dois anos. A taxa de reciclagem vem aumentando 17% a cada ano. A organização de Stanwood quer expandir o sucesso para o resto do país. Seu grupo está desenvolvendo um plano para facilitar um diálogo nacional que viabilize procedimentos mais padronizados de reciclagem de LFC. Mas, até que isso aconteça, os consumidores que quiserem reciclar suas lâmpadas terão de se contentar com o que existe.

ANEXO H – Matéria Revista Superinteressante

NOVAS

CHICO BENTO RELOADED

A roça tá lá no arto!

PRÉDIOS-FAZENDA, NO MEIO DA CIDADE, SÃO A NOVA APOSTA PARA SALVAR O MUNDO.

TENTO TIAGO COROIEIRO

A agricultura domina 40% do solo do planeta. Em 2050, a Terra abrigará 9 bilhões de habitantes, e 7,5 bilhões deles vão viver em cidades. Para alimentar a população que ainda vai nascer, seria preciso ocupar uma área extra do tamanho do Brasil com lavouras – o que só aumentaria o efeito estufa, já que para plantar você precisa desmatar. Aí vem o gasto de energia com o transporte de cada vez mais alimentos... Moral da história: temos um belo pepino nas mãos. Mas para o biólogo Dickson Despommier, da Universidade Columbia, em Nova York, basta uma coisa para resolver tudo isso: fazendas verticais. Seriam prédios com plantas internas, montados na cidade, pertinho dos consumidores e sem derrubar mais florestas. Só daria para fazer isso porque a área necessária para plantar nas fazendas verticais seria bem menor que nas comuns, pois as plantas ficam protegidas de secas, geadas e tempestades. E, teoricamente, dá para plantar qualquer coisa em qualquer época do ano, já que os fazendeiros controlam a temperatura e a humidade do ambiente. Dickson reforça: “A produtividade da agricultura indoor costuma ser 6 vezes mais alta do que a tradicional. Mas as experiências feitas até hoje, em estufas, são em pequena escala. Em grandes quantidades, com controle absoluto das condições e plantando culturas que se complementam, podemos ser ainda mais eficientes”. Os prédios também seriam capazes de produzir outro bem quem tende a ficar escasso: água doce. Dickson quer usar as plantas como filtros naturais, que transformariam água de esgoto, que vai para a irrigação das hortas, em algo 100% potável (veja ao lado). Seja como for, resta saber se a agricultura de arranha-céu é viável. “Um dos maiores problemas é imaginar uma forma de levar a colheita para fora”, diz Dickson. Outro porém é o mercado. O preço de uma construção dessas beira US\$ 1 bilhão, ou seja: diante do que alguém pode lucrar hoje vendendo frutas e verduras, ainda vamos esperar um bom tempo para ver se a idéia vinga. **5**

SÍTIO NO CENTRÃO

Arranha-céu poderia abrigar mais de 100 tipos de plantações, num ambiente nada rural.

1 PARECE GRANDE, MAS NÃO É

Os criadores imaginam algo portentoso, com 30 andares e a largura de um quarteirão. Mas isso é pouco no mundo da agricultura: dá o equivalente a uma fazenda de pequeno porte. A idéia deles, então, é testar as tecnologias que você vê aqui para ver o quanto elas multiplicariam a produção (ainda não há estimativas).

2 SEM CONTA DE LUZ

Como todo projeto que se fia na ecologia, a fazenda vertical é auto-suficiente na produção de energia. Imaginem 3 fontes: este painel solar gigante, algumas hélices de energia eólica no teto e uma miniusina de biomassa no subsolo. O problema é que, com a tecnologia de hoje, isso não seria o suficiente para abastecer o prédio. A coisa é esperar que elas evoluam mais.

3 DE TUDO UM POUCO

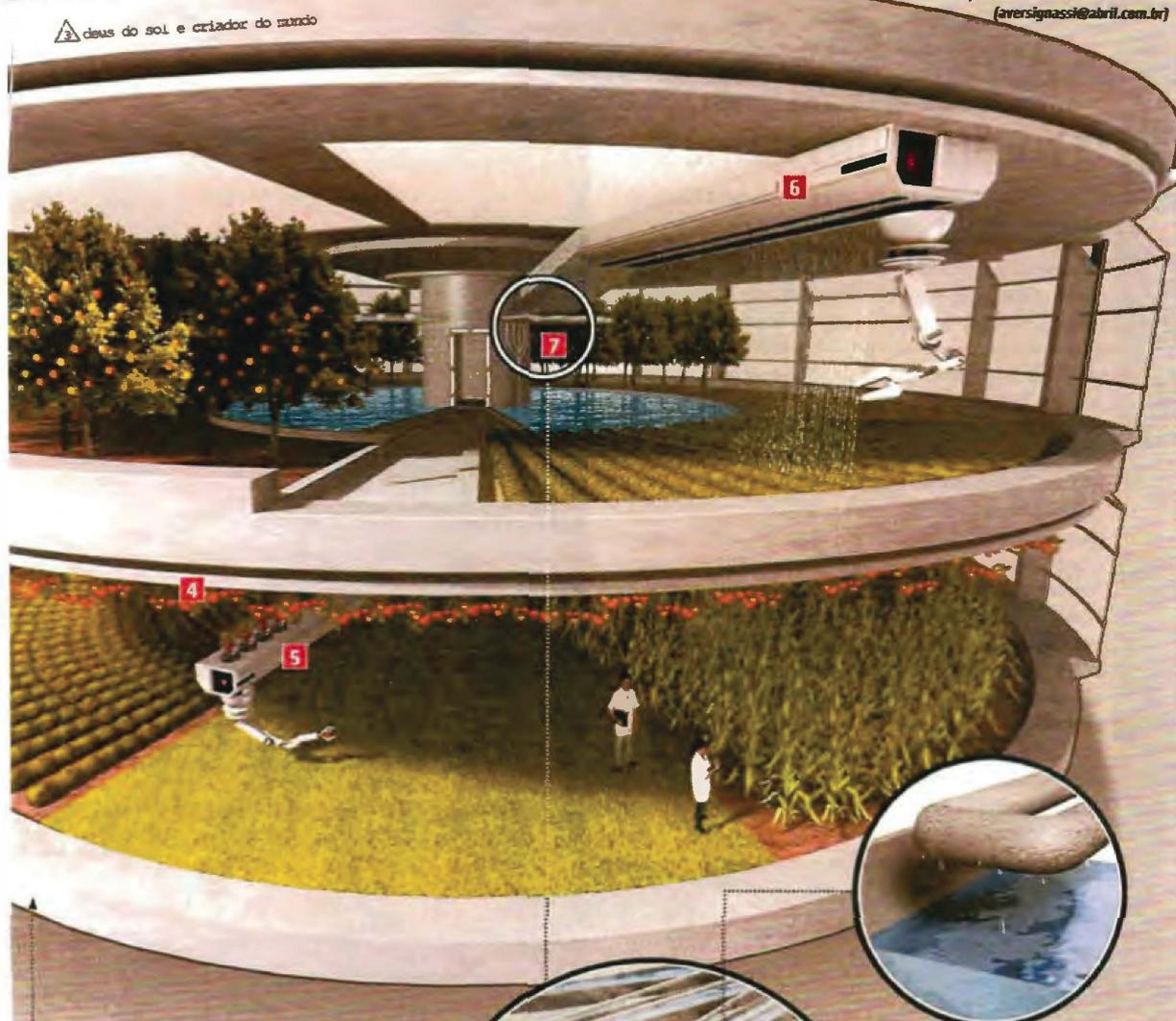
O formato é circular para o prédio receber o máximo de luz natural. Os projetistas estimam que daria para cultivar pelo menos 100 tipos de frutas e verduras lá dentro. E, de quebra, um pouco de proteína animal, com a criação de peixes em lagunhos artificiais e de porcos em chiqueiros high-tech.

4 CORAÇÃO DE MÃE

Aqui sempre cabe mais um. Dependendo do tipo de cultura, podem caber certa de 10 camadas de plantação por andar (aqui você vê um andar com duas camadas além de alguns tomates no teto). Experiências recentes com morangos mostram que, desse jeito, dá para multiplicar a produtividade por 30.



INFOGRÁFIO JONATAN SARMENTO
 DESIGN JOSI CAMPOS CONSULTORIA URBZ IRIA
 EDIÇÃO ALFRANDE VERSIGNASSI
 (aversignassi@abril.com.br)



5 COLHEITA-ROBÔ

Braços mecânicos se encarregam da colheita, com um processo todo automatizado: um sistema de câmeras e softwares lê o brilho que as plantas refletem para determinar se elas estão maduras ou não. Esse tipo de aparelho, chamado reflectômetro, já existe hoje.

4 CHUVEIRO AMIGO

Uma usina de tratamento no subsolo filtra água do esgoto da cidade. Ela não fica potável, mas serve para a irrigação. Quem rega as plantas é um chuveiro móvel, programado para borrifar a quantidade certa de água em cada cultura.

7 DIRETO DA FONTE

Quando você toma uma cerveja gelada, a garrafa fica toda molhada, certo? É que o vapor de água suspenso na atmosfera vira líquido em contato com o vidro frio. Aqui, a idéia é usar o mesmo sistema para fazer água potável, mas com tubos gelados para converterem gotículas o vapor que as plantas exalam. Os cientistas estimam que cada prédio poderia gerar 230 milhões de litros por ano. Ai é só engarrafar e vender depois.