



DEPARTAMENTO DE TAQUIGRAFIA, REVISÃO E REDAÇÃO

NÚCLEO DE REDAÇÃO FINAL EM COMISSÕES

TEXTO COM REDAÇÃO FINAL

Versão para registro histórico

Não passível de alteração

| | | | |
|--|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| COMISSÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA | | | |
| EVENTO: Audiência Pública | REUNIÃO Nº: 1454/17 | DATA: 04/10/2017 | |
| LOCAL: Plenário 13 das Comissões | INÍCIO: 11h34min | TÉRMINO: 12h54min | PÁGINAS: 30 |

DEPOENTE/CONVIDADO - QUALIFICAÇÃO

CHRISTIANO JOSÉ SANTIAGO DE MATOS - Coordenador Substituto da Área de Fotônica do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias da Universidade Presbiteriana Mackenzie — MackGraphe.
WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Diretor do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear — CDTN.
ADALBERTO FAZZIO - Diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia — LNNano, do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais — CNPEM.

SUMÁRIO

Debate sobre o potencial tecnológico e as aplicações do grafeno.
Debate sobre o potencial tecnológico do grafeno e suas aplicações.

OBSERVAÇÕES

Houve exibição de imagens.
Há oradores não identificados em breves intervenções.
Houve intervenções inaudíveis.



O SR. PRESIDENTE (Deputado Roberto Alves) - Declaro aberta a presente reunião de audiência pública, fruto do Requerimento nº 243, de 2017, de autoria do Deputado Marcos Soares, para discutir o potencial tecnológico e as aplicações do grafeno.

Gostaria de chamar o nobre Deputado Marcos Soares para ocupar assento à mesa e assumir a direção dos trabalhos. *(Pausa.)*

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Bom dia.

Vamos dar prosseguimento à audiência pública, para que possamos entender como esse novo elemento pode contribuir ao nosso País, à nossa sociedade.

Já estive pesquisando o grafeno e vi dados impressionante sobre esse elemento: ele é supercondutor de energia elétrica; há a possibilidade da sua transparência; ele pode filtrar água; ele pode ser usado na informática e nas telecomunicações, talvez como substituto do silício. Por isso, convidamos pessoas especializadas que estão trabalhando com esse material e vão poder nos elucidar bem esse tema.

Eu queria já justificar a ausência do Sr. Eunézio Antônio de Souza, Coordenador do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias da Universidade Presbiteriana Mackenzie — MackGraphe, que terá como representante o Prof. Christiano José Santiago de Matos, Coordenador-Substituto dessa área de fotônica.

Queria também justificar a ausência do Sr. Rogério Cezar de Cerqueira Leite, Diretor-Geral do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais — CNPEM, que terá como representante o Prof. Adalberto Fazzio, Diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia — LNNano.

Neste momento, convido para compor a Mesa o Prof. Christiano José Santiago de Matos, da MackGraphe; o Sr. Waldemar Augusto de Almeida Macedo, Diretor do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear — CDTN; e o Prof. Adalberto Fazzio, do CNPEM. Sejam bem-vindos.

Eu gostaria de esclarecer o seguinte: cada palestrante terá o tempo de 15 minutos para sua apresentação.



Esta audiência está sendo transmitida ao vivo pela Internet. Para acompanhá-la, basta acessar o portal Web Câmara, no *site* principal da Casa ou na página principal da Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática.

Encerrada a reunião, todas as exposições realizadas com uso do Power Point serão disponibilizadas na página da Comissão.

Feitos esses esclarecimentos, concedo a palavra, primeiramente, ao Prof. Christiano José Santiago de Matos para a sua apresentação.

Prof. Christiano, a palavra é de V.Sa. Seja muito bem-vindo!

O SR. CHRISTIANO JOSÉ SANTIAGO DE MATOS - Em primeiro lugar, muito obrigado, Exmos. Srs. Deputados e Exmas. Sras. Deputadas. Agradeço a oportunidade de falar nesta Comissão, oportunidade oferecida pelo Deputado Marcos Soares.

Como já foi dito, o meu nome é Christiano de Matos. Sou do MackGraphe, da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Vou falar um pouquinho sobre o MackGraphe, a nossa atuação e as oportunidades que nós vemos no grafeno para o Brasil. Estou substituindo, como já foi dito também, o Prof. Thoroh de Souza, que é o grande idealizador do Projeto MackGraphe. Infelizmente, não pôde estar aqui por motivo de saúde.

(Segue-se exibição de imagens.)

Em primeiro lugar, o que é o grafeno? O grafeno é um cristal com a espessura um único átomo.

Este é o átomo de carbono. Os átomos de carbono — são estas bolinhas, neste esquema — estão ligados, cada um deles, a três átomos e dispostos em uma estrutura hexagonal.

O grafite, que nós conhecemos muito bem — o do lápis, por exemplo —, é nada mais, nada menos do que o empilhamento de muitos e muitos grafenos. Quando escrevemos num papel, o que está sendo feito é que nós estamos deixando material no papel e basicamente desbastando o grafite, deixando muitas e muitas camadas de grafeno no papel. Se olharmos pelo microscópio, perceberemos que esse risco é produzido por vários flocozinhos. Se aproximarmos muito mais, veremos que há várias folhas em camadas ali empilhadas.



O que aconteceu em 2004 foi um feito bastante interessante. Dois físicos russos conseguiram isolar uma única camada de grafeno, que é esse trecho roxo um pouquinho mais escuro no centro desta imagem que eu coloquei. Fizeram contatos elétricos com o grafeno e conseguiram passar corrente elétrica. Fizeram, portanto, um dispositivo eletrônico com um único átomo de espessura.

A partir daí se percebeu que o grafeno tem propriedades superlativas. Ele é um supermaterial.

Neste gráfico, estão elencadas algumas dessas grandes propriedades: é o material mais fino do mundo; é o material mais leve do mundo; precisa-se apenas de 1 grama de grafeno para cobrir um campo de futebol; tem a maior condutividade térmica e elétrica que se conhece; é o material mais forte, 200 vezes mais forte do que o aço; e é transparente, absorve apenas 2% da luz.

É claro que, diante dessas propriedades fantásticas, percebe-se que uma série de aplicações se torna possível. Alguns dos setores que podem ser beneficiados estão nessa imagem. Podemos pensar, por exemplo, em telecomunicações e optoeletrônica. A imagem mostra uma tela sensível ao toque, que contém o grafeno, que a faz ser sensível ao toque.

Quanto aos compósitos, já existe hoje uma série de materiais esportivos que têm grafeno misturado a outros materiais, para tornar esse material esportivo forte e, ao mesmo tempo, leve. Como ele é uma única camada e é muito sensível a moléculas que caem sobre ele, é possível fazer sensores, por exemplo, para a Medicina. Os setores aeronáutico e automotivo também se beneficiam muito do grafeno, porque é um material leve e muito forte. E também se pode pensar em revestimentos e tintas anticorrosivas ou condutoras baseadas em grafeno.

Na área de energia, há uma série de aplicações. Estou mostrando células solares, mas vou mostrar, mais adiante, outros exemplos do que fazemos.

Vou falar um pouquinho sobre o potencial comercial do grafeno. Um quilo de grafite custa aproximadamente 1 dólar. Com 1 quilo de grafite, é possível produzir aproximadamente 150 gramas de grafeno; 1 grama de grafeno custa 100 dólares. Podemos imaginar que 1 quilo de grafeno custa ou custaria 15 mil dólares. É uma multiplicação por um fator 15 mil, no valor de mercado do produto, simplesmente por separar as camadas.



Isso é muito importante para o País, porque o Brasil tem a terceira produção mundial de grafite e a maior reserva de grafite do mundo. É importante agregar valor a esse material, justamente, e ser capaz de produzir o grafeno, não apenas o grafite.

Existe uma série de empresas utilizando grafeno pelo mundo. Estão elencados neste mapa alguns números de empresas. Os dados são fornecidos pelo *site* mostrado abaixo. O Brasil tem pelo menos uma empresa, a Nacional de Grafite, que comercializa grafeno ou materiais correlatos, o que não está elencado ali.

Nesse contexto, foi idealizado o MackGraphe, que é o Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias da Universidade Presbiteriana Mackenzie em São Paulo. Está localizado no *campus* de Higienópolis daquela universidade.

Esse é nosso prédio sede. Ele foi inaugurado no início do ano passado. Tem sete andares e mais dois subsolos inteiramente dedicados à pesquisa do grafeno e a materiais similares ao grafeno.

O MackGraphe tem por missão investigar as propriedades do grafeno e de outros materiais bidimensionais, materiais tão finos quanto o grafeno, com uma visão de engenharia aplicada. Isso é muito importante. Nós temos interesse em pesquisar o material não só por curiosidade científica. Temos realmente interesse em desenvolver o potencial tecnológico e comercial do material, para que ele possa realmente atender às necessidades da sociedade. Para isso, visamos trabalhar em colaboração com as indústrias.

Esse é um gráfico de nível de prontidão tecnológica. Mostra basicamente a quantidade de recursos financeiros e também humanos que há na pesquisa básica — conforme se mostra ali, no lado esquerdo do gráfico —, na pesquisa aplicada, em desenvolvimento e em mercado.

É claro que existem recursos razoáveis para a pesquisa básica, mas percebam que existe uma queda brutal de valor no meio do gráfico. Depois, obviamente, os recursos aumentam, quando há o interesse do mercado nos materiais e na tecnologia.

Os executores também estão elencados no gráfico. A Universidade atua principalmente na ciência básica; os centros de pesquisa, empresas iniciantes e



startups atuam justamente nesse chamado Vale da Morte, que possui poucos recursos; e as grandes empresas atuam no lado direito do gráfico, que é o mercado.

Normalmente, as universidades atuam nos níveis 1, 2 e 3 de prontidão tecnológica. A intenção do MackGraphe é atuar nos níveis 1, 2, 3, 4 e 5, entrando pelo Vale da Morte e se aproximando das grandes empresas, para que possamos realmente fazer com que o material chegue a produtos comerciais. Obviamente, nós colaboramos e interagimos com todos os executores ao longo do processo.

Nós atuamos em três setores estratégicos principais: fotônica, energia e compósitos.

Em fotônica, o grafeno é usado para geração, controle e detecção da luz. Isso é importante em telecomunicações por fibra ótica; em comunicação e processamento de dados em *chips* de silício; e em outras aplicações.

Na área de energia, a intenção é usar o grafeno para armazenamento e produção de energia. Com sua utilização, é possível desenvolver dispositivos flexíveis, leves e portáteis, baterias, supercapacitores e células combustíveis.

Na área de compósitos, basicamente desenvolvemos materiais plásticos contendo grafeno, o que melhora as propriedades condutoras e de resistência mecânica dos materiais para os setores automotivo, aeronáutico e esportivo, das tintas, dos materiais biocompatíveis, das embalagens, dos tecidos, etc.

Nós temos também uma divisão de teoria, que modela e simula o grafeno e outros materiais bidimensionais justamente para melhorar as propriedades desses dispositivos.

Esta é a equipe do MackGraphe, que está dividida nesses vários setores que mencionei. Hoje somos 17 professores, além do Prof. Antônio Hélio de Castro Neto, brasileiro, Diretor do Centro de Pesquisas de Grafeno da Universidade Nacional de Cingapura, uma das líderes mundiais da área. Ele é o nosso Professor Visitante. Atualmente, entre pesquisadores em nível de pós-doutorado e alunos, temos 105 pessoas trabalhando.

Essa é a estrutura do MackGraphe. Nós iniciamos as atividades em 2013, com o orçamento de aproximadamente 100 milhões de reais, que incluiu a construção do prédio e também a criação de uma sala limpa, uma sala com níveis muito reduzidos de poeira. Estas são fotos dessa sala limpa.



Desde o início, contamos com o apoio da FAPESP, do CNPq e do BNDES. Estas são algumas outras fotos dos nossos laboratórios.

Agora vou dar alguns exemplos do que fazemos.

Em primeiro lugar, nós produzimos grafeno e derivados. Um dos métodos utilizado é o chamado método químico. Ele começa com grafite. Depois, uma reação de oxidação no grafite faz com que átomos de oxigênio entrem na estrutura e separem um pouco as camadas. Com um banho de ultrassom é possível realmente separar as camadas. Assim, temos o que se chama de óxido de grafeno em água. Para compor um processo de redução, removemos o oxigênio e obtemos esse líquido escuro, o óxido de grafeno reduzido, que é um material condutor.

Outro método utilizado para a produção de grafeno é o chamado deposição de vapor químico, em que se coloca uma folha de cobre no interior de um forno, coloca-se um gás que contém carbono. Esse gás é quebrado, e o carbono vai se depositando na folha de cobre, produzindo o grafeno. Esta é uma imagem do Dr. Dunieskys, nosso professor que trabalha com isso.

Na área de teoria, nós modelamos, como eu já mencionei, outros materiais finos, com poucos átomos de espessura, que não são grafeno. Isso nos ajuda em nossos trabalhos.

Na área de fotônica, uma das coisas que nós fazemos é manipular as propriedades da luz através da interação com esses materiais. Este esquema mostra luz invisível, infravermelha, sendo focalizada no material e convertida pelo material em luz verde. O vídeo abaixo mostra a mesma coisa. Quando o feixe *laser* atinge um pequeno pedaço desse material, vemos uma luz verde muito forte. Nós também colocamos grafeno em fibras óticas, em *chips* de silício para que o grafeno interaja com a luz.

Na área de energia, nós trabalhamos com o desenvolvimento de capacitores de grafeno, capacitores flexíveis, por exemplo, colocando o grafeno sobre um substrato de polímero PET, o plástico PET. Nós também trabalhamos com células combustíveis. Esse esquema mostra como é possível separar o hidrogênio da água. Em seguida, o hidrogênio é usado para gerar corrente. O subproduto final desse processo é a água limpa novamente. Então, é um método limpo de geração de energia.



Na área de compósitos, nós trabalhamos, por exemplo, com materiais poliméricos condutivos para impressão 3D. As fotografias da direita mostram uma peça, que é o nosso símbolo do MackGraphe, feita por uma impressora 3D em polímero condutivo. Quando uma peça encosta na outra, ela fecha um circuito e uma luz se acende. Outra coisa que pode ser feita são plásticos para embalagens que sejam impermeáveis a gases.

Apresento dois exemplos finais. Uma professora nossa desenvolveu um sensor para detecção de câncer de mama, baseado em grafeno. Também trabalhamos com o aerogel, que é um gel de grafeno muito leve e pode ser usado para remover poluentes de água.

Eu queria terminar agradecendo a todos a atenção.

Quero dizer que o Mackenzie investiu realmente um dinheiro considerável nisso, com o apoio das fundações que já nomeei, mas é claro que precisamos de ajuda para manter o Centro. Para a manutenção do Centro, há um custo estimado entre 5 milhões de reais e 6 milhões de reais anuais, além do custo com bolsas de estudo e pesquisa.

Precisamos também de fundos para a criação dessas empresas iniciantes, as *startups*, para justamente fazer com que esses produtos cheguem ao mercado.

Naturalmente, no caso de qualquer pesquisa, em qualquer país, recursos federais são fundamentais para a manutenção da pesquisa.

Eu agradeço muito a todos a atenção. (*Palmas.*)

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Muito obrigado, Prof. Christiano de Matos.

Vou passar a palavra agora ao Sr. Waldemar Augusto de Almeida Macedo, para que possa fazer sua apresentação.

Fique à vontade! V.Sa. dispõe do tempo de 15 minutos, prorrogáveis.

O SR. WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Muito obrigado a todos pela presença.

Obrigado, ilustre Deputado Marcos Soares, pelo convite. É um prazer estar aqui.



Sou Diretor do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear — CDTN, uma instituição da CNEN, em Belo Horizonte. Na verdade, a especialista da área é a Profa. Clascídia Furtado, está aqui nesta audiência.

(Segue-se exibição de imagens.)

Rapidamente, como o tempo é curto, começo dizendo que o CDTN é uma instituição um pouco peculiar. É a primeira instituição nuclear do País, fundada em 1952, na Universidade Federal de Minas Gerais, como Instituto de Pesquisas Radioativas — IPR. Depois, nos anos 70, foi tomada pela NUCLEBRÁS, Empresas Nucleares Brasileiras, responsável pelo acordo nuclear com a Alemanha. Então, fomos um centro cativo da indústria durante 16 anos.

O nome mudou, em 1974, para CDTN — Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, sendo a NUCLEBRÁS extinta em 1988. Desde então, nós estamos na Comissão Nacional de Energia Nuclear e no Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações — MCTIC. Trata-se, portanto, de uma instituição com um perfil um pouco diferente: já foi academia, universidade, indústria, e hoje é um laboratório nacional. Comemoramos recentemente 65 anos de existência.

Somos uma ilha dentro do *campus* da Universidade Federal de Minas Gerais — UFMG, como os senhores podem ver. Contudo, temos 42 mil metros quadrados de área construída. Hoje somos 300 servidores mais 300 colaboradores; já fomos 600 servidores. Portanto, tivemos uma redução drástica de pessoal nos últimos anos, como em todo o Sistema Nacional da Ciência e Tecnologia. Essa é uma dificuldade.

Nós atuamos em várias áreas. Nós atuamos na área de tecnologia nuclear propriamente dita, na área de meio ambiente, saúde, minerais, materiais nanoestruturados e segurança radiológica. Nós produzimos radiofármacos, fazemos geologia, saúde e física, química e ciência de materiais. Trata-se de uma instituição multidisciplinar, característica de qualquer instituição nuclear no mundo. Além disso, temos um programa próprio de pós-graduação. Considerando esse escopo, realmente é uma instituição bastante polivalente, multidisciplinar.

Em termos de grafeno, temos o Grupo de Pesquisa Manipulação Química de Nanotubos de Carbono e Grafenos, cuja líder é a Profa. Clascídia Furtado, que atua



na área há pelo menos 15 anos e já participou de todas as redes nacionais e de todos os programas de incentivo à tecnologia dos últimos anos.

Temos o laboratório estratégico do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia — SisNANO, em Minas Gerais. Já trabalhamos em parceria com a indústria há vários anos, inclusive com a Nacional de Grafite, com quem temos longa tradição de trabalho na área mineral do CDTN. Inclusive, a Nacional de Grafite tem hoje o produto de grafeno na prateleira desenvolvido no CDTN.

É nesse contexto, portanto, que se dá a nossa participação.

Como o Prof. Christiano já falou das aplicações, eu me darei o direito de pular um pouco apresentação, pois já entendemos claramente o potencial desse material e qual é o potencial econômico que representa para um país que domine a tecnologia do grafeno.

Há aplicações em muitas áreas. Algumas já estão no mercado, como tintas, alguns recobrimentos e compósitos. Outras estão em fase de maturação, como baterias. E outras, obviamente, ainda estão numa fase bastante incipiente de pesquisa. Portanto, o potencial de aplicação do grafeno é imenso.

Na área nuclear, existe também grande potencial de utilização. Tem sido inclusive manchete na literatura científica recente, nas principais revistas, como a *Nature Communications*. Trata-se de material de grande importância até para a área nuclear, como mostram alguns exemplos da literatura recente, alguns títulos de publicações de grande impacto.

E qual é o desafio, na verdade? O desafio disso tudo é a produção para aplicações comerciais, ou seja, que haja grafeno em alta escala, em grande quantidade, a um custo competitivo, em processos de produção que sejam ambientalmente corretos, processo verdes, e que haja a reprodutibilidade do material e a qualidade estrutural adequada para a aplicação.

Entendemos que este é um cenário bastante positivo para o Brasil. O Brasil tem grande potencial para ser um protagonista relevante nesse mercado de novas tecnologias baseadas em grafeno.

Por que o Brasil tem essa chance, essa oportunidade? Em várias outras tecnologias, nós perdemos o bonde. Nesta, podemos não perder o bonde. Qual é a razão disso? O Brasil, como o Prof. Christiano já mencionou, tem metade das



reservas de grafita natural do mundo. Além disso, nós somos hoje o primeiro em reserva e o terceiro em produção.

Acontece que é possível. Uma das rotas de produção de grafeno é justamente a esfoliação da grafita em líquidos de depuração mecânica. Faz-se um cisalhamento no material e depois um processamento químico. Isso leva ao grafeno, como pode ser visto na imagem. Depois, o produto, em que está o grafeno em poucas camadas, em solução, diluído.

Se olharmos para o preço, como já mencionado, veremos os seguintes valores: passamos do valor aproximado de 1 dólar para 1 quilo de grafite, para o valor de 20 mil dólares por quilo. Essa é a ordem de grandeza do custo de 1 quilo de grafeno. Realmente, é um grande valor, uma imensa agregação de valor.

O Projeto MG Grafeno é justamente isto, uma associação do CDTN e da UFMG com a CODEMIG — Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. Na verdade, é bancado pela CODEMIG, uma companhia estatal mineira.

A CODEMIG se propôs a bancar esse desenvolvimento, reunindo a competência local. Belo Horizonte tem uma tradição de mais de 20 anos de pesquisa em nanoestrutura de carbono. A Companhia se propôs a fazer investimento de mais de 21 milhões de reais. Na verdade, dadas as dificuldades inerentes ao atual sistema de C&T no País, nós demoramos 1 ano e meio para conseguir formalizar esse contrato.

Finalmente, em junho do ano passado, assinamos o contrato. E estamos trabalho em conjunto para a produção de grafeno, voltada para aplicações específicas. Queremos não somente produzir grafeno, mas queremos produzir grafeno para produções em parceria com os usuários de grafeno. Essa é a ideia desse negócio.

Além disso, também já partimos para uma proposta para o edital do Inova Mineral, onde fomos contemplados com 130 milhões de reais de financiamento.

A ideia disso tudo é agregar valor ao recurso natural estratégico, que é a grafita, e fortalecer toda essa cadeia produtiva baseada no grafeno. E não é um modelo centrado em venda de grafeno; o modelo visa justamente desenvolver o material para uma determinada aplicação, ser parceiro do usuário final do produto. Esta é a ideia: gerar uma cadeia produtiva de negócios, em um processo escalável,



reprodutivo, robusto e de baixo custo. A ideia é sermos sócios dos usuários, na verdade.

Conforme já dissemos, esse processo de esfoliação mecânica é um processo verde, porque o solvente do processo é água.

Até agora, em que estágio nós chegamos, com esse processo? Nós agregamos quase 30 pessoas através esse projeto. O nosso grande problema hoje no sistema federal de CT&I é pessoal, mas já conseguimos, em 1 ano e meio, chegar a um produto de altíssima qualidade.

Observemos essa figura, que mostra lamelas de *microns* de tamanho, empilhamento de poucas camadas atômicas. Olhemos esse gráfico. É difícil explicar, mas o que importa é o seguinte: nós comparamos a qualidade do nosso grafeno com o que há disponível no mercado mundial, e a qualidade do nosso grafeno é melhor ou igual aos melhores grafenos disponíveis hoje, comercialmente.

Nós temos um produto hoje de alta qualidade. Já temos uma escala, uma taxa de produção de 20 quilogramas ao ano, com um tamanho lateral médio de pelo menos 500 nanômetros, com alta qualidade. Isso já nos permite fazer parcerias com a indústria, como está sendo feito.

Além disso, nós temos tratado muito seriamente o problema ambiental, o problema de segurança de meio ambiente e de saúde, devido ao material nanoestruturado. Estamos avaliando toda a parte de gestão de risco ocupacional e ambiental desse material. Na equipe de projeto, existem pessoas que estão nos Comitês Nacionais e Internacionais voltados à regulamentação de nanotecnologia. Portanto, nesse projeto, nós estamos tratando seriamente do problema do risco associado à nanotecnologia.

Além disso, temos hoje qualidade para poder buscar parceiros na indústria. Nós nos associamos a cinco diferentes indústrias voltadas para sensores, impressão 3D, energia, tintas, refratários e compósitos, centrados num modelo em que o produtor de grafeno se associa a centros de pesquisas, em busca do melhor produto para a aplicação final.

Esse modelo está sendo ilustrado na transparência, na parte de baixo. Mostra o grafeno como um bem, um ativo tecnológico estratégico.



Fizemos uma proposta de negócio para o Inova Mineral. Esse projeto foi contemplado pelo Inova Mineral com 130 milhões de reais para a produção de grafeno a partir da grafita natural e para o desenvolvimento de uma série de produtos à base de grafeno.

Temos cinco parceiros para essa empreitada. Já estamos em fase de assinatura desse acordo com o BNDES e a FINEP.

O que está acontecendo é que a CODEMIG está se associando. Encontrou sócios no mercado. Portanto, não somos fornecedores de grafeno, a CODEMIG não é fornecedora de grafeno: nós somos parceiros dessas indústrias que vão aplicar o grafeno. Logicamente, o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear — CDTN e a Universidade Federal de Minas Gerais — UFMG, que participaram do desenvolvimento tecnológico, vão ter participação nos lucros. Esta é a ideia, realmente termos uma participação no valor agregado, do produto final. Este é o modelo que, acredito, interessa a todos: não só produzirmos o produto e colocá-lo na prateleira, mas participarmos de maneira a sermos nesse negócio.

Nessa empreitada, já está sendo fundada pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais — CODEMIG uma nova empresa, a Neografeno.

Este eslaide apresenta o modelo de negócio que está proposto, aprovado pela Inova Mineral, contemplado com 130 milhões de reais. Está sendo criada essa empresa Neografeno. Isso foi noticiado recentemente, no último dia 23 de setembro, no *Diário do Comércio de Minas Gerais*.

Essa imagem mostra justamente isto, a criação dessa empresa Neografeno como sendo a primeira planta para fabricar grafeno no Brasil.

E nós temos neste momento uma fábrica piloto, uma planta piloto instalada no CDTN. O nosso compromisso é que essa planta-piloto seja melhorada e utilizada durante 3 anos. Já se passou 1 ano e meio. Temos mais 1 ano e meio para trabalhar no aprimoramento do processo na fábrica-piloto.

E qual é o resultado? Nesse cenário, isso é bom? É bom, é interessante. Isso pode ser um evento de sucesso, mas isso não é muito, se nós compararmos com o que está sendo feito no mundo.



Um exemplo de grande investimento em grafeno é essa iniciativa europeia, o *Graphene Flagship*. Na Europa, são 150 grupos acadêmicos de 23 países, além de outros associados, investindo 1 bilhão de euros, em 10 anos, na economia do grafeno. Obviamente, esse investimento prevê um estágio muito mais acadêmico de pesquisa. Há um segundo estágio, onde há uma participação intensa com a indústria, no produto e na aplicação do produto, na integração dele em vários sistemas. O que se espera é que, a partir de 2023, já haja no mercado produtos baseados no grafeno e que a sociedade passe a ser beneficiária da economia do grafeno, dos produtos à base de grafeno. Esta é a situação atual no Primeiro Mundo.

Agora respondo àquela pergunta que foi feita pelo Deputado Marcos Soares no requerimento: *“Quais são as medidas para melhorar a pesquisa e a produção do material do grafeno no País?”*

Acho que tem que haver uma estratégia nacional para o grafeno, e não só para o grafeno, mas também para toda a nanotecnologia, para a nanociência e para outros materiais estratégicos: terras raras, lítio, fármaco, química fina. O nosso País precisa de estratégias nacionais muito sérias e de longo prazo. Tem que haver incentivo à cadeia de negócio para o grafeno e para todos esses materiais estratégicos, a fim de que haja produção e desenvolvimento de novos produtos, para que seja sustentável ao longo do ano.

É preciso que seja facilitada a interação da indústria com as ICTs. É preciso que o marco legal de ciência, tecnologia e inovação seja regulamentado. Nós estamos esperando essa regulamentação há muito tempo, mas ISSO não sai do lugar, apesar de ser vital.

É preciso também, mais do que tudo, reverter a asfixia dos centros de P&D do MCTI atualmente. Nós estamos sofrendo, há vários anos, uma escassez de recursos tremenda, e sofremos principalmente uma grande escassez de recursos humanos. Nós estamos sem concurso há muitos e muitos anos. Estamos atingindo um ponto de não retorno, em termos de perda de competências no Estado em termos de C&T.

Para finalizar, quero dizer que as iniciativas do Mackenzie e da CODEMIG, da CDTN e da UFMG são promissoras, mas isso é pouco, em face do potencial tecnológico da economia do grafeno. E é preciso que isso tudo seja baseado em políticas de Estado.



Obrigado. (*Palmas.*)

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Muito obrigado.

(*Intervenção fora do microfone. Inaudível.*)

O SR. WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Sim, a apresentação já está disponibilizada.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Passo a palavra para o Prof. Adalberto Fazzio, nosso terceiro inscrito.

Prof. Adalberto, fique à vontade!

O SR. ADALBERTO FAZZIO - Boa tarde a todos!

Vou falar de pé. Eu me aposentei da USP, mas hoje vou dar esta aula aqui.

Primeiramente, quero agradecer a toda a Comissão, em nome do Deputado Marcos Soares. Esta é uma boa oportunidade para discutirmos o País.

Como sou o terceiro a falar, várias coisas já foram ditas e apresentadas, em eslaides até muito semelhantes. Eu trabalhei um bom tempo no Ministério, portanto, talvez eu faça um enfoque um pouco mais político, sob o ponto de vista de políticas públicas. Eu fui Assessor Especial de três Ministros do Ministério de Ciência Tecnologia. Atualmente, sou Diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia, que está dentro do complexo do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais — CNPEM. Esse é um laboratório diferente das outras unidades que citaram. Esse laboratório é uma organização social que mantém um contrato de gestão com o Ministério de Ciência e Tecnologia. É um centro que tem como grande braço — além da pesquisa *in-house*, a pesquisa feita em casa — o atendimento de toda a comunidade científica e empresarial do País. Nós mantemos isso.

Eu fico feliz por estarmos discutindo isto aqui, tratando particularmente do grafeno.

Eu vou passar rapidamente a minha apresentação, porque o Sr. Christiano e o Sr. Waldemar já abordaram vários desses tópicos. Para não perder a sequência, vou seguindo a apresentação.

(*Segue-se exibição de imagens.*)

Eu falei sobre o laboratório. Eu gostaria de começar com uma frase que os senhores conhecem, mas é sempre bom lembrar: a riqueza dos povos está baseada, desde a Idade da Pedra, em ter o material e saber manipular o material.



Se eu considero a pedra, na pré-história — e nós chegamos até hoje —, veremos que os povos ricos são sempre aqueles que tiveram a capacidade de manipular materiais. Não existe nenhum outro exemplo na história da humanidade: é o material que faz a riqueza do homem.

Em 1957, descobriram o transistor. O silício, hoje, é o que nós vivemos. Estamos nos comunicando por via de um material chamado silício, amarrado com outros materiais. É a partir do momento em que você domina e consegue dar uma função ao material que você traz riqueza.

Vou deixar esta apresentação para os senhores.

Para que os senhores tenham uma ideia de um exemplo mais recente, nós poderíamos citar o desenvolvimento do aço, que está no setor ferroviário, etc. Quando falamos da máquina a vapor, gostamos de falar da termodinâmica, etc. Contudo, se não houvesse o material, o aço, nós não teríamos chegado aonde chegamos.

O Christiano já falou do grafeno. Até pouco tempo, nós conhecíamos duas formas alotrópicas do carbono. Nós conhecíamos o carbono como diamante ou como grafite. Todos eles são formados de um átomo de carbono e com propriedades bem diferentes. Por exemplo, este aqui é um material extremamente duro e este aqui já não é.

Aqui vem a parte do grafeno. É um material que tem uma mobilidade eletrônica grande, condutividade térmica comparável ao diamante, 100 a 200 vezes mais forte do que o aço, flexível e leve. Então, é um material que tem um monte de potenciais que já foram ditos aqui, eu não vou entrar muito em detalhes nesta parte aqui.

Para termos uma ideia, estes são números de publicações na área. Se olharmos do ponto de vista de publicações científicas, nós temos 16 mil publicações na área de grafeno em 2013. Este é um número expressivo, acho que não conheço um número maior que esse.

Onde estão localizadas essas publicações? Na América do Norte, praticamente nos Estados Unidos e Canadá, 24%; na Europa, 34% de publicações; na Ásia, 31%; nos outros lugares todos somados formam 1% das publicações.



Onde estão as patentes? Se nós olharmos aqui, vemos como o número de patentes está crescendo. O número acumulado de patentes na área de grafeno em 2014 já é da ordem de 14 mil patentes. E onde estão os *tops* em patentes? A Samsung, a Academia Chinesa de Ciências. Esses são os grandes atores na área do grafeno. Particularmente, em Cingapura, por exemplo. Eu não a coloquei na parte de publicações, mas é uma das primeiras colocadas em publicações em grafeno.

O Waldemar já falou do programa. Nós não combinamos. Se tivéssemos combinado, nós somaríamos o tempo, mas não pudemos nos comunicar. Mas a grande ação mundial na área do grafeno foi da União Europeia. É da ordem de 1 bilhão de euros para 10 anos. São 23 países, 150 centros de pesquisas, que incluem academia e indústria nesses materiais.

Isto já foi dito aqui pelo Waldemar. Esta plataforma já foi mais ou menos apresentada pelo Christiano. O Waldemar mostrou também este gráfico. São as plataformas.

Agora, estamos falando do grafeno. O Waldemar também chamou a atenção para quando pensamos em um material, precisamos tomar certo cuidado. Na verdade, se olharmos a tabela periódica, veremos problemas em vários materiais do mundo. Então há oportunidades que não podemos perder. Por exemplo, nós estamos bem no Brasil em nióbio; 98% do nióbio terrestre está no Brasil. Então, nós produzimos e exportamos.

Todos esses materiais que eu tenho aqui são escassos, como o antimônio e o índio. Qualquer LED, todos esses materiais têm índio. Olhem a quantidade de índio que nós temos no planeta Terra, é muito pequena.

Eu não coloquei aqui os terras-raras. Estou pegando somente alguns materiais que são escassos. Por que eu peguei esses materiais? Para todos esses materiais que estão deste lado aqui existem pesquisas no mundo todo, inclusive, nesse programa da Europa, para substituí-los por carbono, não só o grafite. Existem outras formas de carbono: nanopartículas de carbono, *flakes* de carbono, etc. E obviamente o grafite é o grande ator disso tudo.

Então, o que eu quero dizer é o seguinte: quando pensamos na eletrônica, como foi comentado aqui, talvez haja alguns exemplos em que se usam nanopartículas de carbono encrustados em nanopartículas de celulose para torná-



las condutoras. Há pesquisas sobre isso no Brasil e algumas interações com empresas.

Estou falando o seguinte: se eu pegar o grafite, o elemento da tabela periódica, ele tem funções, podemos dar a ele funções para substituir esses materiais. Esse é um problema mundial. Vocês devem ter acompanhado o caso dos terras-raras, que estavam 93% na China. E a China começou a aumentar o preço dos terras-raras, e nós tivemos que começar a pensar nos terras-raras. Os Estados Unidos abriram novas minas para a extração dos terras-raras. Enfim, este elemento da tabela periódica é muito importante.

Se vocês olharem nessa direção, verão que há outros importantes. O que eu quero dizer é que não existe apenas um super-herói. Há vários super-heróis sobre os quais há muitas pesquisas.

Este é um trabalho recente, que é siliceno. Há o grafeno e embaixo do carbono está o silício. Estou dando alguns exemplos que estão em estágio de pesquisas e de realizações com funções.

Estaneno. Se vocês olharem aqui, há o estanho. E há também o germânio, que é o germaneno, etc. Enfim, temos vários materiais.

Eu vou pular alguns eslaides. Este aqui é um exemplo de um material que é grafeno junto com outro material, o MOEC2, que é famoso, está ficando quase tão badalado quanto o grafeno. Eu acho que há pesquisas no Mackenzie. É um material que tem algumas propriedades eletrônicas do grafeno, mas os dois juntos vão dar muito que falar. Então, é muito importante que nós olhemos isso.

Quero chamar a atenção para o programa do Ministério de Ciência e Tecnologia, aberto pelo Ministro Raupp, que era Iniciativa Brasileira em Nanotecnologia. Dentro dessa iniciativa existe esse programa aqui. Esse programa SISNANO compõe 26 laboratórios nacionais. O Mackenzie não faz parte porque na época ele estava iniciando. Ele tem várias funções: o SIBRATEC, etc. Esse conjunto de laboratórios está focado em nanotecnologia e muitos deles estão trabalhando com grafeno ou com carbono em outras formas ou com outros nanomateriais que interagem com o grafeno.

Então, estas são as universidades. Primeiro, há um conjunto de atores que são das universidades e os laboratórios estratégicos. Todos esses laboratórios estão



integrados na área de nanotecnologia. Obviamente, quando se fala do ponto de vista de financiamento, tem-se sofrido bastante ultimamente.

Por sinal, aproveito aqui para parabenizar o Prof. Paulo Magalhães pela emenda parlamentar, e acho que nós devemos atendê-la, pois já passou pelo revisor.

Vou falar algumas coisas rapidamente, porque acho que só tenho 3 minutos, sobre o que é feito no CNPEM. No CNPEM, ano passado, com toda a sua infraestrutura, nós atendemos mais de 350 pesquisadores. O laboratório tem uma infraestrutura muito boa, não faz inveja a laboratórios no exterior. O laboratório tem um grupo de microscopia muito grande; tem a parte de caracterização do material muito grande; tem uma parte de síntese e de funcionalização muito grande.

No CNPEM, temos o laboratório do bioetanol. Então, pega-se aquele pedaço de cana, queima-se e se transforma toda a palha da cana, por exemplo, em nanopartículas de carbono. Essas nanopartículas são funcionalizadas de várias maneiras.

Esse exemplo é de fertilizante. Um exemplo do cádmio direito; um com as nanopartículas de carbono e outro que não está. Veem-se as grandes diferenças.

A produção de nanoceluloses é muito importante. Aqui embaixo, por exemplo, veem-se duas tintas feitas com nanopartículas de carbono. A conexão delas acende a lampadazinha. Essas tintas são condutoras que funcionalizam e têm várias aplicações para isso.

Aqui são alguns materiais e exemplos que a gente mostra. São as pesquisas que chamamos pesquisas *in house*, pesquisas feitas dentro do laboratório de nano.

A outra parte também o Waldemar já comentou aqui, que é uma parte importante. A Secretaria do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação, a SETEC, está preocupada com a parte de nanotoxicologia e nanosseguurança. Então, essa é uma parte que nós todos, desses 26 laboratórios, estamos bastante engajados, com todo o movimento mundial quanto à parte de segurança. Particularmente, já há algumas colaborações, por exemplo, com a China há uma grande colaboração, com o Centro Brasil/China de Nanotecnologia.



Na UNICAMP, só para terminar, também há várias aplicações. Aqui é o caso, por exemplo, do óxido de grafeno. Isto já está na praça: os filmes transparentes contra a radiação ultravioleta. Este é um material que já está na praça.

Meu tempo acabou. Este é um produto que está saindo do laboratório, uma *startup* da UNICAMP, que são os óxidos de grafeno.

Obrigado, (*Palmas.*)

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Muito obrigado, Prof. Adalberto.

Deputado Vitor Lippi, V.Exa. gostaria de fazer alguma pergunta?

O SR. DEPUTADO VITOR LIPPI - Primeiro, eu quero cumprimentar o Deputado Marcos Soares pela oportunidade de apresentar um tema tão oportuno, tão estratégico e de tanta potencialidade para o desenvolvimento de nosso País, quer seja tecnológico, científico ou econômico.

Foram ditas aqui questões que nos entusiasmaram, e nós precisamos de boas notícias no País. Certamente, entre essas boas notícias, está a importância de investirmos mais, de forma estratégica, em pesquisa no Brasil.

O Brasil, infelizmente, não tem se notabilizado em ser o País que mais investe em ciência e tecnologia. Mas, pior do que isso, acho que falta muito foco nessas pesquisas.

Segundo levantamentos, Deputado Marcos Soares, o Brasil é o 13º país em produção científica acadêmica, o que seria maravilhoso, motivo de orgulho. No entanto, se avaliarmos a questão da inovação em si, quer dizer, a capacidade de transformar isso em produtos ou em patentes, nós estamos em 81º. Isso significa que nós precisamos ter uma visão estratégica. Já não temos muitos recursos, e os recursos hoje são pulverizados e acabam não sendo utilizados naquelas questões mais estratégicas que poderiam efetivamente dar um impacto importante na nossa economia e na competitividade internacional.

E eu não tenho dúvida alguma de que o grafeno é uma dessas oportunidades estratégicas que nós precisamos aproveitar.

Nós estamos participando de um Plano Nacional de Internet das Coisas, agora, e o Brasil é o primeiro País do mundo que está fazendo um plano nacional.



Isso começou no Governo anterior, mas está sendo visto como uma prioridade da Comissão do Ministério de Ciência e Tecnologia.

Nós entendemos que precisamos ter um plano estratégico de ciência e tecnologia no Brasil. É isso! Afinal, nós temos muitos pesquisadores no País; 95% deles estão nas universidades brasileiras. Nós temos centenas de milhares de professores, mestres, doutores. E nós precisamos agora dar foco a algumas questões estratégicas.

Então, eu acho muito oportuno esse tema, porque este ainda é muito pouco conhecido. É de uma potencialidade muito grande, foi dito aqui que vai gerar novas economias disruptivas, quer dizer, vai romper com o passado, com novas soluções. Sendo o Brasil um importantíssimo local de exploração desse minério, e pelos avanços que temos tido com os laboratórios aqui, que mostraram estar desenvolvendo competências de forma diferenciada, fazem-nos crer que precisamos colocar isso em nossa pauta de prioridades.

Não se trata de lutar para que o Brasil inteiro tenha apoio ou mais recursos em ciência e tecnologia, mas que, primeiro, tenha um plano nacional estratégico. E, aí, sim, deve-se trabalhar pelos recursos. Senão, eles continuarão a ser pulverizados.

Então, eu gostaria de reconhecer o esforço de cada um de vocês; a potencialidade que o Brasil tem; e o meu entusiasmo pelo tema, o nosso entusiasmo.

Mais uma vez, cumprimento o Deputado Marcos Soares pela oportunidade. E acho que, daqui, destas apresentações, já que gosto muito de planejamento, podemos planejar algum desdobramento positivo, quer seja para apresentar isso de uma forma simplificada para os tomadores de decisão da Comissão de Ciência e Tecnologia, do Ministério de Ciência e Tecnologia ou do Ministério de Desenvolvimento Econômico. Enfim, acho que vale a pena nós, do Congresso Nacional, do Parlamento brasileiro, darmos uma atenção especial ao tema. Aí, é absolutamente promissor, estratégico e oportuno.

Obviamente, quero até aprender mais sobre isso. Cada vez que ouço, eu fico mais entusiasmado. E acho que nós precisamos dar todo o apoio necessário para o desenvolvimento dessa pesquisa estratégica do grafeno.



Obrigado.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Tem a palavra o Prof. Waldemar.

O SR. WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Eu agradeço a palavra do Deputado.

Queria aproveitar o momento para convidar toda a Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática da Câmara para uma visita ao CDTN. Acho que seria bastante oportuno. Seria uma honra para nós recebermos a Comissão no Instituto.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Até fiz um requerimento, Deputado, que acredito que entrará na pauta na próxima semana ou nas próximas, para que a gente possa visitar esses institutos. A gente formaria uma Comissão e poderíamos visita-los.

Eu quero já deixar aqui registrado o nosso empenho em conhecer isso, porque acho que esse é o futuro do País. Trata-se da economia do País, dos empregos. É a relevância do País aparecendo no cenário mundial. Como o Deputado Vitor Lippi nos disse a respeito da posição que estamos, eu acho que temos potencial para ficar muito melhor. Acho que nós temos reservas maravilhosas no Brasil. Só quanto ao grafeno, como foi explicitado, temos a maior reserva de grafite.

Aliás, eu queria até fazer uma pergunta também. Vou também abrir para perguntas aos demais participantes. Quando se tem a grafita, quando se tira o grafite, quanto se consegue explorar? Eu não consegui perceber isso direito. Por exemplo, em um quilo de grafite, quanto se pode tirar?

(Não identificado) - Cento e cinquenta gramas.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Cento e cinquenta gramas.

(Não identificado) - Eu acho que a Clascídia tem conseguido até um pouco mais.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Por favor, Sra. Clascídia.

A SRA. CLASCÍDIA APARECIDA FURTADO - No processo de esfoliação química, que é um processo de alta tonelagem para produção, a meta é em torno de 10% do que se...



(Não identificado) - Cem gramas.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Cem gramas.

Então, a gente poderia dizer que, do potencial de grafite que nós temos no Brasil de reserva, nós teríamos 10% dele em grafeno.

A SRA. CLASCÍDIA APARECIDA FURTADO - Em nanomaterial.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Maravilha.

Parece que há um representante do Ministério de Ciência e Tecnologia, o Sr. Leandro Antunes Berti, que gostaria de perguntar ou acrescentar algo.

O SR. LEANDRO ANTUNES BERTI - Sou Coordenador Nacional de Tecnologias Convergentes e Habilitadoras do Ministério. Historicamente, é uma coordenação de nanotecnologia. E hoje é de nanotecnologia, fotônica, materiais avançados e manufatura avançada. Então, todas essas quatro áreas estão sob nossa coordenação.

O Ministério tem esse planejamento estratégico. Quanto à pergunta do Deputado Vitor Lippi, temos um planejamento estratégico bem definido, bem organizado, com ênfase na integração academia e indústria. Que a gente consiga transformar isso que os senhores viram em produtos e em emprego, renda e desenvolvimento nacional.

Então, a gente tem isso bem definido, bem mapeado. O Brasil tem não só a questão acadêmica, mas também a questão empresarial, que está muito bem situada no mercado. Nós temos empresas exportando para mais de 28 países. Aí, não estou falando só de grafeno, mas de nanotecnologia em geral.

Acredito que o Brasil deve perceber a importância que a nanotecnologia tem para o País, assim como outros países fizeram. Nos Estados Unidos, por exemplo, o orçamento da nanotecnologia é de 1,54 bilhões ao ano. E esse orçamento é distribuído em todas as agências nacionais de modelo americano. Na Europa, esse valor é de 80 bilhões. No Brasil, estamos trabalhando com um orçamento neste ano de 3 milhões. Então, vocês começam a ver a dificuldade que a gente tem de fazer política pública.

A gente está com uma emenda que foi aprovada na LDO pelo Deputado Paulo Magalhães e também pelo Deputado Marcus Pestana. A gente precisa muito



do apoio dos senhores para levar isso adiante na LOA, na Comissão Mista, porque isso vai ajudar a desenvolver o País.

A gente acredita nisso piamente. Não é porque o Brasil está falando, é porque o mundo está respirando isso. E a gente está, de certa forma, caminhando atrás. E a gente pode ser protagonista não só na questão de tecnologia, mas também na questão de regulação desse mercado. É uma tecnologia disruptiva a nanotecnologia, e a única forma de proteger uma tecnologia disruptiva é regulando o mercado.

Hoje, não há um Google de nano. Então, não há como ditar o caminho certo para a tecnologia. Como a gente não tem isso, a gente precisa regular de forma coerente, de forma desenvolvimentista, ou seja, que se consiga ter — eu sei que não é o momento — renúncias fiscais, incentivos fiscais, para que as pessoas possam desenvolver isso.

Outro apelo que faço é que a nanotecnologia e as outras tecnologias convergentes e habilitadoras, que eu mencionei há pouco, sejam inseridas em todas as áreas, porque são transversais. Estas têm atuação na saúde, consegue-se fazer equipamentos de diagnóstico rápido com uma gota de sangue ou com uma gota de suor. Isso vai desafogar o SUS de maneira impressionante. A gente tem que pegar isso com força.

Na agricultura, consegue-se aumentar a produtividade do Brasil. A gente consegue aumentar a questão de nutrientes, no caso de absorção de nutrientes pela planta, de forma a melhorar a planta, sem modificação genética. Isso estamos falando sobre não mais ter que suplementar os campos com mais fósforo, o que polui os rios.

Então, temos um campo muito vasto, muito vasto mesmo, para fazer o País se desenvolver — e o País é grande, representativo no mundo e nunca vai deixar de ser prioritário, mas precisamos chegar à Nação do amanhã. Temos que parar de conversar, de discutir o que é bom e o que não é. Precisamos pegar o boi pelo chifre, porque o Brasil tem capacidade. O Brasil tem gente capaz, tem estrutura, tem um ecossistema vibrante para fazer isso.

Então, pedimos, com todo o apreço, que os senhores apoiem a emenda de Comissão e, se possível, incentivem os outros Parlamentares a também destinarem



emendas individuais para projetos individuais, porque conseguimos rebater em todas as áreas.

Essa é a mesma questão de que eu estava falando, a de regulação, por exemplo. Temos uma estratégia que se chama nanossecurança. Essa estratégia é baseada na avaliação da cadeia de valor. O mundo está preocupado em avaliar o nanomaterial, nós estamos preocupados em avaliar a cadeia de valor. Vai-se ter no final um selo de um produto avaliado com normas harmonizadas com a OCDE — isso melhora o posicionamento do Brasil na candidatura para a OCDE. Podemos dar suporte técnico com os laboratórios do SISNANO e toda a rede de laboratórios no Brasil — queremos também expandir o SISNANO —, para poder fazer avaliações com ANVISA, IBAMA, MAPA, como apoio, e também ajudar na questão de escolhas de compras públicas e compras estratégicas, porque isso é bastante sensível. Temos que comprar não o produto mais barato, mas o melhor produto que atenda àquela situação. Temos que dar uma retaguarda.

A nano é bastante peculiar — estamos falando bastante de nano —, então temos que avaliar se isso realmente é seguro. Avaliando a segurança dos produtos da nanotecnologia e harmonizando-os com as normas da OCDE, estamos elevando a capacidade tecnológica nacional. Conseqüentemente, os produtos que vão sair desse trabalho já são internacionais. Não tem como Estados Unidos, Europa, ninguém nos barrar, porque o produto já é internacional, já está harmonizado com uma legislação internacional.

É muito importante que consigamos levar isso adiante, porque vamos ter produtos de qualidade, produtos seguros. Vamos dar segurança ocupacional, segurança ambiental e, principalmente, segurança jurídica, porque segurança jurídica é o de que mais se está precisando também agora. Os senhores bem viram os valores que foram investidos nesses projetos: 100 milhões, 22 milhões, 130 milhões. Esse é um investimento alto. É preciso retorno. Os investidores — venture capital, CD capital ou private equity —, esse pessoal vai querer o retorno. Precisamos da segurança jurídica. É por isso que estamos batalhando também por um marco legal para a nanotecnologia, mas de maneira desenvolvimentista.

Eu gostaria de compartilhar com os senhores outra peculiaridade da questão de nanotecnologia. A empresa de nano trabalha de maneira bastante diferente da



das outras empresas. Geralmente se faz a produção de acordo com a ordem do cliente. Os reagentes e tudo o que se usa não se descartam. Até mesmo o descarte tem alto valor agregado. Não há emissão de efluentes, não há emissão de gases. Podem-se produzir toneladas de nanomaterial em metade de uma sala dessas, e em uma sala limpa, em que não há nenhum tipo de poeira. É uma indústria diferente e deve ser tratada de maneira diferente. Toda preocupação ambiental existente cai por terra, porque não há esse problema. Até mesmo em relação à agricultura, podemos fazer agrotóxicos muito mais eficientes com menos toxicidade.

Vejam que o benefício é imenso. Eu posso ficar aqui o dia todo falando sobre os benefícios da nanotecnologia. E esse mercado não é nem multibilionário, é multitriliardário. Nós estamos vendo agora a TV 4K, esse tipo de coisa. Isso só foi possível com nanotecnologia, que é uma tecnologia meio que empodera outras tecnologias.

A tecnologia de pontos quânticos, que possibilitou fazer os televisores com resolução de 4K, é um mercado de 14 trilhões — 14 trilhões. Isso é muito mais que a receita do País. Então, temos que considerar esse assunto seriamente, com responsabilidade, temos que enfrentá-lo e ir para frente. Isso não só vai ser uma boa, mas uma excelente oportunidade para o País evoluir, avançar, ser um grande precursor no mundo.

Muito obrigado.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Obrigado, Leandro, pelas belas palavras, bem esclarecedoras e bem empolgantes, para continuarmos nessa luta.

O Prof. Adalberto tem algo a dizer?

O SR. ADALBERTO FAZZIO - Eu gostaria de comentar as palavras do Deputado Vitor Lippi a respeito da prioridade, com as quais eu concordo 100%.

Não é fácil, na história do Brasil, escrever a *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*. São livros grandes. Eu acho que nós temos que aprender com isso. O Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas — IPEA fez um trabalho muito interessante. Nos Estados Unidos, 85% da pesquisa é chamada de *oriented*, ou seja, é uma pesquisa que se sabe para onde vai. Na pesquisa brasileira, o percentual não chega a 30%. Esse é o problema de não termos a prioridade e, mais



do que isso, não fazemos o acompanhamento desses recursos. Eu posso até falar assim, porque sou acadêmico e estive no Ministério. Então, temos alguns dados.

Acho que esse trabalho começa com vocês aqui, fazendo um grupo de trabalho, chamando pessoas que possam trabalhar junto, para definir prioridades. O dinheiro não vai...

(Intervenção fora do microfone. Inaudível.)

O SR. ADALBERTO FAZZIO - É preciso chamar CNPq, FINEP, as FAPs, e ver o que nós queremos.

No livro está tudo isso, inclusive a área de nanotecnologia, de que o Leandro falou todo empolgado. Eu concordo com ele, mas essa é uma plataforma tecnológica, e ninguém vai olhar nanotecnologia, supercondutores etc. É um negócio muito grande. Então, onde vamos colocar dinheiro? Há outros exemplos, mas eu não gostaria de tocar neles aqui. Eu acho que não é o momento de o Brasil se envolver com eles nessa crise.

Então, a definição das prioridades não é uma coisa fácil, mas temos que nos sentar para defini-las. Nós vamos ter, por exemplo, 6 bilhões do orçamento para ciência e tecnologia, e a partir daí nós vamos. Os materiais estratégicos e de interesse do País não podem ficar fora das prioridades. Não tem jeito.

Tenho outro comentário. O Leandro falou da nanotecnologia, mas ninguém precisa ficar com medo disso. Ele fala tão empolgado que parece que isso é alguma coisa perigosa. Trata-se de um problema de *trade*, de mercado, e precisamos fazer a regulação disso.

Temos que estar inseridos nesse mercado, e eu acho que a ANVISA, particularmente, deveria participar mais dessas discussões. Isso é fundamental.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Antes de encerrar a reunião, eu queria saber se algum convidado quer fazer sua consideração final.

O SR. CHRISTIANO JOSÉ SANTIAGO DE MATOS - Eu gostaria de, novamente, agradecer a oportunidade de estar aqui. É uma alegria encontrar alguma ressonância no que nós, acadêmicos, acreditamos, tanto aqui na Câmara dos Deputados quanto no Ministério de Ciência e Tecnologia.

Eu gostaria de mencionar que o Brasil perdeu a oportunidade de ser um dos principais *players* em várias tecnologias. Podemos dar o exemplo dos



microprocessadores de computador e das fibras ópticas. Isso é decorrente da inexistência de um plano estatal de longo prazo que pudesse cobrir tanto a ciência um pouco mais básica quanto todos os níveis de prontidão tecnológica que eu mencionei. Há aquela região, com as empresas que estão tentando iniciar suas atividades e têm dificuldade até chegar à maturidade comercial.

Dentro da nanotecnologia, em particular na área de grafeno, existe um ecossistema, com vários pesquisadores e centros de pesquisa, como o CDTN, o MackGraphe, o LNNano, a UFMG, que podem criar essa massa crítica, para que possamos transformar isso em riqueza para o País.

Quero finalizar convidando todos os Deputados da Comissão de Ciência e Tecnologia para visitar o MackGraphe. Vai ser um prazer imenso recebê-los lá.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Obrigado.

Tem a palavra o Prof. Waldemar.

O SR. WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Eu queria finalizar fazendo um comentário sobre o que o Deputado Vitor Lippi falou a respeito da quantidade de patentes e a inovação.

Eu queria lembrar que, na verdade, quem faz a inovação maciçamente é a indústria. Enquanto o País tiver 95% dos pesquisadores na academia, não vamos andar. Então, é necessário o País...

(Intervenção fora do microfone. Inaudível.)

O SR. WALDEMAR AUGUSTO DE ALMEIDA MACEDO - Esse é o ponto.

Também tem que haver uma política de Estado que faça com que a indústria tenha um comportamento diferente frente à inovação. A indústria tem que buscar o conhecimento que está na academia. Os doutores têm que estar maciçamente na indústria e não na academia. Esse é o salto que o País tem que dar.

Eu lembro que, num evento do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico — PADCT 1 ou 2, num comitê de que eu participei, estavam comparando o Brasil com a Coreia. Ambos os países eram idênticos na década de 1970, em termos de C&T, e de repente a Coreia descolou. Na década de 1990, a Coreia tinha mudado de patamar. Eu lembro que, em 1995, a Coreia tinha 23 mil doutores da área de Engenharia na indústria, enquanto o Brasil não devia ter 23. A Coreia tinha 23 mil doutores na área de Engenharia na indústria, e isso fez o salto



industrial da Coreia acontecer. Esse é um ponto fundamental que tem que ser encarado no País, e isso depende de ações de longo prazo do Governo.

Enquanto a indústria não se envolver na inovação e no risco de longo prazo, nós não vamos sair do lugar. Então, esse é um ponto fundamental.

Eu agradeço a todos pela atenção.

O SR. DEPUTADO VITOR LIPPI - Deputado Marcos, eu quero mais uma vez agradecer a V.Exa.

Nós temos um ambiente de oportunidades agora, porque ano passado nós aprovamos o novo Marco Legal de Ciência e Tecnologia e Inovação no Brasil, que não foi totalmente regulamentado — como foi dito aqui —, mas que reconhece a importância dessa questão e dá condições para que haja realmente a integração entre universidade e empresa, universidades públicas em especial. Sem dúvida, era quase impossível fazer isso antes. Agora, já é possível. Então, temos que aproveitar a oportunidade.

Sem sombra de dúvida, Presidente, o grafeno parece ser uma grande oportunidade para o desenvolvimento de novas patentes, para a criação de novos usos pela indústria, para a elaboração de tecnologias disruptivas. Devemos nos concentrar nisso. Não vamos ser bons em tudo, com certeza, mas acho que podemos ser bons em duas, três, quatro coisas que podem fazer a diferença.

Nesse sentido, eu sugiro uma mobilização estratégica desta Casa junto aos Ministros, talvez com uma agenda de trabalho, uma visita para conhecermos melhor o local, a elaboração de um relatório e mais algumas ações integradas, inclusive para conseguir mais recursos. Não basta o recurso, é necessário o reconhecimento de que o recurso precisa ser focado estrategicamente.

Eu acho que uma das grandes falhas no País é falta de visão estratégica. Nós estamos pagando caro por isso, e precisamos corrigir essa falha, trabalhando fundamentados em planejamento, em visão estratégica e em resultado, porque só o resultado pode melhorar a vida das pessoas.

Portanto, Sr. Presidente, mais uma vez eu quero cumprimentá-lo pela feliz iniciativa.

Fico muito satisfeito de ter aprendido um pouco mais sobre esse assunto tão importante, que constitui uma grande oportunidade para o Brasil. Eu acho que



perder oportunidade é um erro que não podemos mais cometer. Vamos trabalhar juntos. Acho que vale a pena nos encontrarmos depois e, nas visitas que fizermos, nós desenvolvermos um plano de trabalho integrado.

Mais uma vez, meus cumprimentos e meus parabéns a todos vocês, que estão fazendo um trabalho relevante para o Brasil.

Parabéns ao Deputado Marcos, mais uma vez, pela feliz iniciativa.

Obrigado.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Eu é que agradeço, Deputado.

Agradeço a presença de todos aqui e agradeço ao Presidente Paulo Magalhães por ter aberto esse espaço num dia de sessão da nossa Comissão.

Semana que vem nós vamos votar o Requerimento nº 259, de 2017, e vamos montar uma equipe para fazer a visita técnica. Aliás, precisamos saber o número de Deputados que gostariam de fazer parte dela. Quero conversar sobre isso com o Presidente da Comissão.

Peço ajuda do Ministério para buscarmos incentivos à produção do grafeno e de qualquer outro nanomaterial que possa contribuir para o nosso País. Queremos desenvolver políticas públicas que contemplem esse horizonte.

O SR. DEPUTADO VITOR LIPPI - Sr. Presidente, eu queria fazer mais uma intervenção.

Talvez também fosse interessante nós fazermos uma reunião com os Presidentes do CNPq, da CAPES e da FINEP, para que eles possam compartilhar dessas oportunidades de criar um foco nesse tipo de pesquisa estratégica para o Brasil.

Obrigado.

O SR. PRESIDENTE (Deputado Marcos Soares) - Com certeza, Deputado.

Mais uma vez, Prof. Christiano Matos, Prof. Waldemar Macedo e Prof. Adalberto Fazzio, muito obrigado.

Obrigado a todos que participaram da reunião, assistindo, contribuindo com sua presença, acrescentando ao nosso conhecimento algo tão importante para o nosso País.



Concluindo os trabalhos, eu quero agradecer a todos os Srs. Parlamentares, ao corpo de assessores, profissionais de imprensa e público em geral. Agradeço mais uma vez aos palestrantes pela valiosa contribuição trazida a este debate.

Declaro encerrada a presente audiência pública.

Muito obrigado a todos. (*Palmas.*)