

4

Aliança Estratégica entre Gavea Sensors e Fibersensing

4.1

Sensores a Fibra Óptica

A fibra óptica é uma das principais revoluções dos tempos modernos. Sua aplicação mais conhecida situa-se no âmbito das telecomunicações, mas sua crescente utilização como elemento sensor vem despertando o interesse de alguns setores da indústria, dada a possibilidade de se medir praticamente qualquer grandeza física por meio de fibra óptica, tais como: baixo peso, tamanho reduzido, alta flexibilidade e resistência, imunidade eletromagnética, isolamento elétrico e transmissão de sinal a longas distâncias. Posição, pressão, aceleração, deslocamento, rotação, umidade, temperatura, deformação, corrente elétrica, tensão elétrica, campos eletromagnéticos, entre outras grandezas, também podem ser medidas com sensores a fibra óptica. Essas grandezas, porém, não são medidas diretamente, mas sim a intensidade, o comprimento de onda, a fase ou a polarização da luz transmitida pela fibra óptica, que varia de maneira conhecida com o mensurado.

O modo de operação dos sensores a fibra óptica pode ser digital ou analógico, e a quantidade da grandeza medida é determinada de maneira absoluta, relativa ou incremental, dependendo do tipo de sensor. Sensores a fibra óptica podem ser classificados em dois grandes grupos: os extrínsecos e os intrínsecos.

Nos sensores extrínsecos, a interação da luz com o mensurado não ocorre dentro da fibra óptica, que serve apenas como meio de transmissão da luz. Esses sensores são simples, baratos e oferecem um grande número de soluções já disponíveis no mercado. Muitos deles medem diretamente a intensidade de luz refletida do mensurado, sendo grande parte usada para detecção de presença de pessoas, vazamento de líquidos e alarmes contra incêndio.

Nos sensores intrínsecos, a interação da luz com o mensurado ocorre no núcleo da fibra óptica. Esses sensores são mais complexos e caros, havendo ainda poucas soluções disponíveis no mercado. Eles medem diretamente o comprimento

de onda, a fase ou a polarização da luz transmitida pela fibra óptica, que varia de maneira conhecida com o mensurado. Esses sensores medem praticamente qualquer grandeza física.

Apesar de ainda caros e com poucas soluções disponíveis no mercado, os sensores intrínsecos apresentam diversas vantagens em relação aos extrínsecos, entre as quais a garantia de medidas com grande exatidão e estabilidade, além da possibilidade de distribuição de medidas ao longo de uma única fibra óptica. Um dos principais motivos do recente sucesso dos sensores intrínsecos está no uso crescente de Redes de Bragg em fibras, como elemento sensor.

4.1.2

Redes de Bragg em fibra

As Redes de Bragg em fibras são largamente utilizadas na indústria de telecomunicações. No entanto, é na área da monitoração que esses dispositivos têm encontrado uma gama de aplicações verdadeiramente notável: engenharia civil e naval, geotecnia, indústrias aeronáutica, petrolífera, química e automotiva, redes de energia, parques eólicos, medicina, dentre outras. O crescente interesse na aplicação dessa tecnologia como elemento sensor deve-se às vantagens da fibra óptica associadas à possibilidade de se medir com elevada exatidão, simultaneamente e em tempo real, diversas grandezas ao longo de uma única fibra. A grande capacidade de integração desses sensores em redes é outra característica importante em diversas aplicações.

As primeiras pesquisas envolvendo Redes de Bragg em fibra ocorreram em Hartford, EUA, e Ottawa, Canadá, em meados dos anos 80. Contudo, os resultados dessas experiências foram mantidos confidenciais e só alguns anos mais tarde seriam tornados públicos. Desde então, vários laboratórios universitários e centros de pesquisa vêm desenvolvendo aplicações com sensores a rede de Bragg; no entanto, apenas no final dos anos 90 surgiram as primeiras empresas dedicadas ao desenvolvimento de soluções comerciais.

4.1.2.1

Princípios de funcionamento

Uma rede de Bragg é essencialmente uma microestrutura de dimensões reduzidas ($\sim 1 \mu\text{m}$), que pode ser inscrita no núcleo de uma fibra óptica ($\varnothing_{\text{núcleo}} \approx 10 \mu\text{m}$, $\varnothing_{\text{fibra}} \approx 125 \mu\text{m}$) por métodos diversos, utilizando radiação UV. Essa microestrutura, também chamada rede de difração de Bragg, consiste numa pequena alteração periódica e localizada do índice de refração, que tem origem num mecanismo físico: a fotossensibilidade.

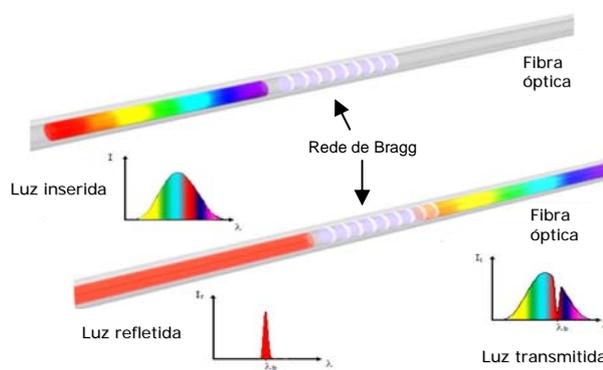


Figura 5: Princípio de funcionamento de Redes de Bragg em fibra óptica

Fonte: Morikawa *et al.*, 2005

Quando a luz proveniente de uma fonte de espectro largo (por exemplo, um LED- *light emitter diode*) é guiada pela fibra, tal como indicado na figura 5, e incide na rede de difração, ocorre espalhamento de luz nos planos consecutivos da rede. De uma forma simplificada, pode-se dizer que para cada rede há um determinado comprimento de onda para o qual é satisfeita uma condição de ressonância em que as ondas geradas em cada plano estão em fase, originando uma reflexão forte. Esse comprimento de onda é denominado comprimento de onda de Bragg, λ_B , e a dependência no período da rede de difração, Λ_B , é dada por

$$\lambda_B = 2n_{\text{ef}} \Lambda_B,$$

em que n_{ef} é o índice de refração efetivo correspondente ao modo guiado pela fibra óptica. Ao depender desse índice associado ao modo guiado pela fibra, o comprimento de onda de Bragg, λ_B , será, também, função de todas as grandezas físicas que possam alterar esses parâmetros, interagindo na fibra óptica que contém a rede de difração de Bragg. Pode, assim, falar-se de sensores de Bragg em fibra óptica.

Tal como a maioria dos sensores de fibra óptica, os sensores de Bragg são intrinsecamente sensíveis à temperatura, às deformações axial e transversal, à pressão e, em situações particulares, ao campo magnético. Mas por intermédio dessa sensibilidade, principalmente da deformação axial, os sensores de Bragg podem ser utilizados na medição de uma grande variedade de grandezas físicas. Esses sensores respondem então a um conjunto diverso de grandezas físicas, refletindo um sinal óptico com uma assinatura espectral bem definida, descrita por uma função aproximadamente Gaussiana, estreita e centrada no comprimento de onda de Bragg. A ação do parâmetro a medir traduz-se numa alteração dessa assinatura espectral evidenciada, a maior parte das vezes por uma variação do comprimento de onda de Bragg.

De forma a alargar o mais possível o leque de aplicações dos sensores de Bragg, torna-se necessário desenvolver sistemas de interrogação capazes de medir esse desvio de comprimento de onda de forma eficiente, permitindo a integração dos sensores de Bragg a sistemas suficientemente fiáveis, robustos e baratos. Os sistemas habitualmente utilizados em laboratório para medir comprimento de onda, nomeadamente monocromadores e analisadores de espectros ópticos, não podem ser encarados como possíveis desmoduladores para os sensores de Bragg devido ao seu elevado preço e falta de robustez. Um sistema de interrogação adequado deve, em primeiro lugar, garantir a transdução da alteração de comprimento de onda num sinal de intensidade, ou outro, mais passível de ser medido pela instrumentação comum. Deve ainda obedecer a alguns requisitos básicos, entre os quais se destacam: alta sensibilidade, isto é, a capacidade de medir desvios de comprimento de onda com resolução elevada; associada a esta resolução, a capacidade de medir largas variações do mensurando; imunidade a flutuações de potência; baixo custo; facilidade de multiplexação; e também estabilidade quanto a perturbações externas, nomeadamente variações de

temperatura, em situações em que seja difícil proteger de modo adequado todo o sistema receptor. Ao longo da década de noventa, foram desenvolvidos inúmeros sistemas de interrogação baseados em outros tantos princípios físicos, sendo que os que maior sucesso alcançaram foram os baseados em filtragem espectral e varrimento com laser sintonizável.

As redes de Bragg, enquanto sensores de fibra óptica, exibem um conjunto de vantagens comuns a esse tipo de sensores, o que as torna particularmente adequadas a um grande número de aplicações. No entanto, duas características adicionais fazem dessas redes sensores notáveis: a capacidade de multiplexação e a auto-referenciação. Ambas resultam do fato de a grandeza a medir atuar sobre o comprimento de onda ressonante da estrutura, o comprimento de onda de Bragg, que é um parâmetro absoluto. Quer isto dizer que a calibração inicial do sensor torna desnecessária toda e qualquer recalibração posterior, em claro contraste com o que acontece com o sensor equivalente de base elétrica, o *strain gage*. As medições podem, assim, ser sempre feitas tendo como referência a primeira medição (quando da fabricação do sensor ou de sua instalação), não sendo afetadas se o instrumento de medição for, por exemplo, desligado. A codificação dos sinais de telemetria em comprimento de onda garante ainda aos sensores de Bragg uma capacidade intrínseca de multiplexação, permitindo que inúmeros sensores possam ser integrados numa só fibra óptica e interrogados, recorrendo a um único equipamento, o que facilita a monitoração quasidistribuída de diferentes parâmetros (Ferreira *et al.*, 2004).

4.1.2.2

Aplicações industriais

As características das Redes de Bragg em fibras permitem que os sensores baseados nessa tecnologia encontrem aplicações em diversos setores da indústria, entre os quais se destacam o de petróleo e gás e infra-estrutura civil (gráfico 1).

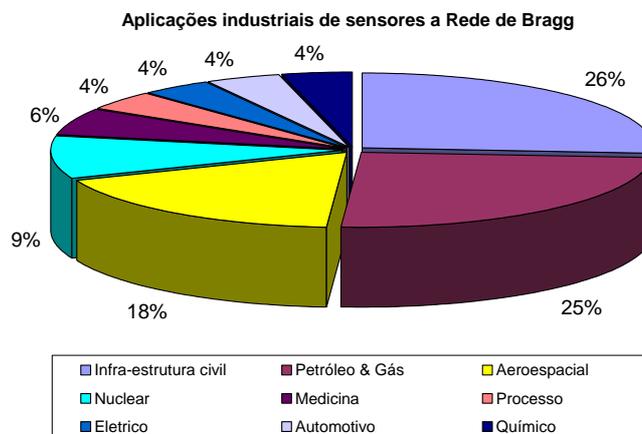


Gráfico 1: Aplicações industriais de sensores a Rede de Bragg

Fonte: Informações cedidas pela Gavea Sensors

O setor de petróleo e gás apresenta diversas oportunidades de aplicação para sensores a Redes de Bragg em fibra, seja no segmento de exploração e produção, transporte, armazenamento, refino ou distribuição. Em muitos casos, tecnologias convencionais são incapazes de atender aos anseios por medições mais precisas, em tempo real, em maior número de pontos, sob altas temperaturas e nos ambientes agressivos encontrados em aplicações das diversas áreas dessa indústria. Um dos grandes desafios tecnológicos do segmento de exploração e produção é o monitoramento de parâmetros no fundo do poço de petróleo. Essas informações são fundamentais para se manter a produção do reservatório no ponto ótimo de escoamento, o que significa, a longo prazo, mais volume recuperado com um menor número de intervenções para manutenção. O segmento de transporte também se beneficia dessa tecnologia, pois longos trechos de dutos podem ser monitorados em tempo real, prevenindo vazamentos.

No setor de infra-estrutura civil, sensores a rede de Bragg ganham destaque, pois as técnicas tradicionais existentes para inspeção e manutenção das grandes estruturas podem ser úteis em uma análise inicial, mas não são totalmente eficientes, pois exigem muito tempo, um forte investimento em recursos humanos e equipamentos, além de serem incapazes de oferecer medições precisas, tanto em tempo real, quanto em número elevado de pontos, principalmente quando

submetidas a altas temperaturas e ambientes agressivos. A tecnologia de redes de Bragg em fibra óptica permite um acompanhamento dos eventos em tempo real, possibilitando a medição de diversas variáveis em diferentes pontos e através de uma única fibra óptica. Essa característica possibilita o monitoramento em todas as fases importantes da implementação estrutural: durante a construção, permitindo que ajustes de diferentes parâmetros da estrutura sejam feitos em tempo real; durante os testes de carga, com o intuito de assegurar à estrutura a plena confiabilidade para a operação; e durante a vida útil da estrutura, permitindo vigilância constante e manutenção preditiva, o que reduz os custos relacionados à manutenção.

4.1.2.3

O mercado

Segundo estudos da Intechno Consulting, 1999, o mercado global de sensores vem crescendo nos últimos cinco anos a uma taxa média anual equivalente a 4,5%, e estima-se que atinja uma dimensão de U\$50 bilhões em 2008. Os países da Europa ocidental são responsáveis por 32% desse mercado, seguidos dos Estado Unidos, com 29%, e do Japão, com 20%. A indústria automotiva demanda 26%, seguida das indústrias de processo, com 18%, e de construção civil, com 11%. Dos diversos tipos de sensores, os mais utilizados são aqueles que medem temperatura, pressão, vazão, posição e presença, sendo cada um deles responsáveis por 9% do total de sensores fabricados.

Adicionalmente, os sensores movimentam mercados com produtos complementares, como “hardware” e *software* de aquisição e condicionamento de sinais, redes de comunicação e equipamentos para automação e controle.

A atual participação dos sensores a fibra óptica no mercado global de sensores ainda é muito pequena, mas apresenta uma taxa média de crescimento anual de aproximadamente 23,5%, de acordo com o levantamento da Intechno Consulting, 1999. Se as principais barreiras de entrada dos sensores a fibra óptica forem superadas (falta de padrões, preços ainda elevados e conservadorismo de algumas indústrias quanto à adoção de novas tecnologias), estima-se que em 2008

esse mercado represente cerca de 2,87% do mercado global de sensores, como apresentado no gráfico 2.

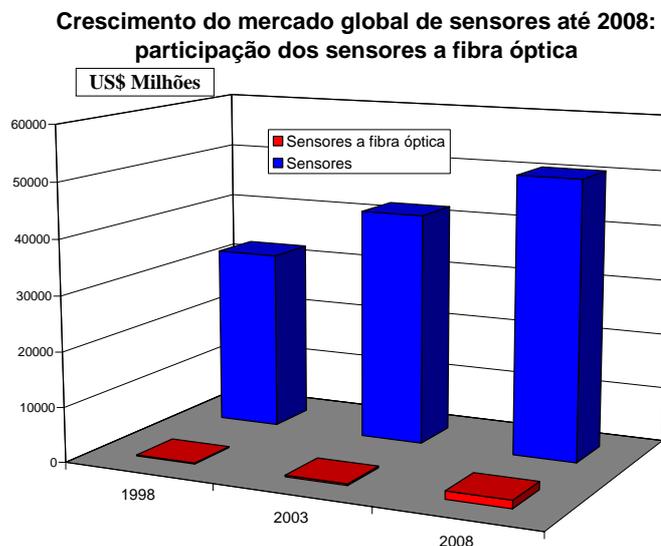


Gráfico 2: Crescimento do mercado mundial de sensores: participação dos sensores a fibra óptica.

Fonte: Intecho Consulting (1999), Sensor Markets 2008

Sensores a Rede de Bragg representam uma parcela ainda menor do mercado global de sensores, mas a taxa média anual de crescimento, de aproximadamente 34%, indica uma alteração desse cenário nos próximos anos. Um levantamento feito pela Gavea Sensors estima que em 2008 esse mercado deverá atingir uma dimensão de US\$416 milhões, como indicado no gráfico 3.

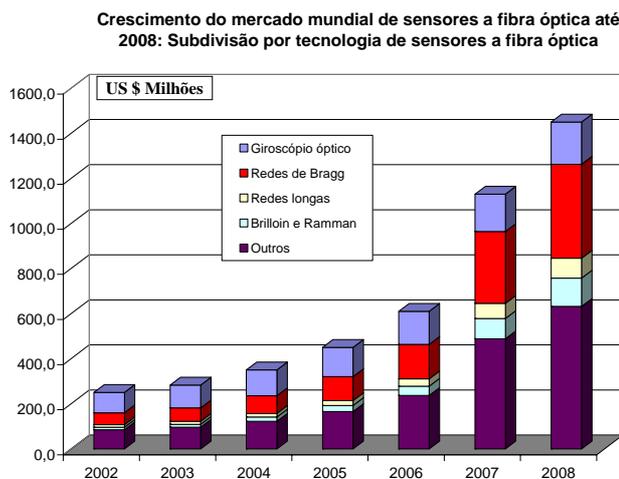


Gráfico 3: Crescimento do mercado mundial de sensores a fibra óptica até 2008: Subdivisão por tecnologia de sensores a fibra óptica

Fonte: Informações cedidas pela Gavea Sensors

Esse crescimento está diretamente associado às vantagens tecnológicas das Redes de Bragg e da fibra óptica, bem como à crescente redução do custo dos componentes optoeletrônicos, amplamente usados na indústria de telecomunicações. No entanto, para sustentar tal crescimento é necessário que algumas barreiras sejam superadas, tais como: falta de padrões, elevado custo das unidades de medição, incompatibilidade com equipamentos já existentes e falta de pessoal treinado para instalações em campo.

4.1.2.4

O ambiente competitivo

O crescente interesse pela tecnologia de Redes de Bragg em fibra data do início da década de 90, quando esses dispositivos começaram a ser fabricados em larga escala para atender à indústria de telecomunicações. As pesquisas envolvendo aplicações desses dispositivos como elementos sensores já ocorrem há cerca de vinte anos, porém, limitações técnicas e econômicas só permitiram que os primeiros sensores chegassem ao mercado no final da década de 90. Foi também nessa época que surgiram as primeiras PEMINTECs interessadas em explorar o mercado emergente.

A maior parte de *spin-offs*¹¹ – em grande número originados de laboratórios de universidades, centros de pesquisa ou de empresas fabricantes de dispositivos para a indústria de telecomunicações – buscou financiamento na indústria de capital de risco. Atualmente existem cerca de trinta PEMINTECs concentradas em sua maioria nos Estados Unidos, no Canadá e em países da Europa Ocidental. O relativamente elevado número de empresas é característico de uma nova indústria. Na verdade, muitas dessas empresas possuem ainda um *portfolio* de produtos muito reduzido e/ou de baixa qualidade. Outras, ainda, oferecem apenas sensores e incorporam em suas soluções unidades de medição de uma empresa que praticamente monopoliza esse mercado. A maioria das empresas dedica-se exclusivamente a um segmento de mercado e suas atuações são

¹¹*Spin-off* é a divisão de uma empresa ou laboratório universitário ou de centro de pesquisa que se torna um negócio independente. Em geral, essas empresas recebem capital de risco que lhes permita crescer de maneira independente. A instituição da qual surgiu o *spin-off* costuma ficar com uma participação minoritária do empreendimento.

limitadas regionalmente. O histórico de instalações em campo ainda é reduzido e muito recente, mas seu crescimento tem despertado o interesse de grandes empresas.

Os concorrentes das empresas que adotaram a rede de Bragg em fibra como elemento sensor podem ser divididos em três grupos, de acordo com a tecnologia-base:

- sensores a rede de Bragg em fibra óptica;
- outros sensores a fibra óptica (Fabry-Pérot, Briloin, Ramman, etc.);
- sensores baseados em outras tecnologias.

Como mencionado anteriormente, a maioria das empresas que adotaram a Rede de Bragg em fibra como elemento sensor dedica-se exclusivamente a um segmento de mercado, estando suas atuações limitadas regionalmente, o que diminui o grau de competição entre elas. Adicionalmente, o alto nível de incerteza tecnológica (falta de padronização de parâmetros ópticos e mecânicos dos sensores e o elevado custo das unidades de medição) e de mercado (conservadorismo e aversão ao risco, além da falta de familiaridade dos potenciais usuários com a tecnologia) têm levado a uma crescente tendência de colaboração entre estas PEMINTECs. Muitas dessas empresas percebem, na colaboração com as concorrentes que utilizam a mesma tecnologia, uma oportunidade de acelerar o processo de desenvolvimento de produtos e mercados.

Em relação às empresas que adotaram outras tecnologias de sensores a fibra óptica, a oferta ainda é muito limitada, e nenhuma delas oferece o alto nível de integração de diversos tipos de sensores como as Redes de Bragg. Apesar disso, vale destacar o potencial daquelas que adotaram tecnologias que permitem medidas distribuídas ao longo da fibra, o que é impossível com Redes de Bragg. No entanto, esforços vêm sendo aplicados no desenvolvimento de novas unidades de medição capazes de garantir centenas de medidas semidistribuídas a baixo custo, com sensores a redes de Bragg.

As concorrentes que trabalham com outras tecnologias, por sua vez, podem ser divididas, de acordo com a maturidade da tecnologia-base, em dois subgrupos de empresas:

- as de tecnologias convencionais (sensores elétricos, piezelétricos, capacitivos, etc.);
- as de novas tecnologias – “MicroEletroMechanical Systems” (MEMS).

Relativamente às primeiras, a oferta é extremamente vasta. Há, porém, algumas que merecem especial destaque, quer pela dimensão, quer pela diversidade de soluções que oferecem. Essas concorrentes só não dificultam a penetração dos sensores a Redes de Bragg nos nichos de mercado onde a aplicação de sensores convencionais é tecnicamente inviável. Já nos demais pontos do mercado, o uso de sensores a Redes de Bragg – por só se justificar economicamente em grandes estruturas que demandem em média mais que cinquenta sensores – ainda fica de certa forma prejudicado pelas referidas concorrentes. Com a redução do custo das unidades de medição e o desenvolvimento de novos sensores, a substituição dos convencionais por sensores a Redes de Bragg será uma tendência natural do mercado, pelo menos em grande parte das aplicações.

No que concerne às empresas de sensores baseados em novas tecnologias, podem-se destacar aquelas que utilizam MEMS para desenvolver sensores *wireless*. A facilidade de instalação e manutenção, bem como o grande potencial de integração em redes fazem desses sensores a grande aposta do mercado. Se as barreiras tecnológicas ainda existentes forem superadas, essas empresas serão, provavelmente, as maiores concorrentes daquelas baseadas em Redes de Bragg em fibra, quando a aplicação de sensores *wireless* for tecnicamente viável.

Assim como os MEMS, novas tecnologias permitirão o desenvolvimento de novos sensores que eventualmente competirão com aqueles baseados em Redes de Bragg em fibra. Apesar disso, as barreiras tecnológicas e de mercado, comuns a quaisquer novas tecnologias, estenderão a competição com os sensores a Redes de Bragg, a médio e longo prazo.

4.2

A Gavea Sensors

A Gavea Sensors – a primeira empresa brasileira a desenvolver soluções de monitoramento por sensores a fibra óptica, em especial os baseados em redes de Bragg em fibra – é uma *spin-off* do Laboratório de Sensores a Fibra Óptica (LSFO) do Departamento de Engenharia Mecânica, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), o que garante o compromisso permanente com a pesquisa e o desenvolvimento na busca de excelência tecnológica e padrões de competitividade compatíveis com as exigências dos mercados internacionais. Desenvolve, fabrica e comercializa sensores e unidades de medição baseados na tecnologia de redes de Bragg em fibra, assim como *software* para aquisição e gestão de dados. Seu principal mercado de atuação é a indústria de petróleo e gás.

4.2.1

Histórico

Em alguns departamentos da PUC-Rio desenvolvem-se atividades relacionadas a fibras ópticas desde o final da década de 1980, incluindo projetos de pesquisa básica e aplicada. Em 1996, foi iniciada, no Departamento de Física da mesma Universidade, um projeto cujo objetivo era montar o primeiro sistema de fabricação de Redes de Bragg no Brasil.

Em paralelo às atividades em fibras ópticas do Departamento de Física, o Departamento de Engenharia Mecânica (DEM/PUC-Rio) vinha construindo uma tradição de pesquisa em diversas frentes voltadas para a solução de problemas associados ao setor de petróleo e gás. Com essas duas competências, iniciaram-se, a partir de 1997, os primeiros esforços conjuntos dos dois departamentos para o desenvolvimento de sensores a fibra óptica, em especial os baseados em Redes de Bragg em fibra, para aplicações no setor de petróleo e gás. No ano seguinte, os pesquisadores Arthur Braga (engenheiro mecânico) e Luiz Valente (físico) criaram o Laboratório de Sensores a Fibra Óptica (LSFO) no Departamento de Engenharia Mecânica, com o apoio de projetos de pesquisa financiados pelo CNPq, Petrobras, ANP, e, em especial, pelo fundo CT-PETRO/Finep.

Em 2001, o CENPES/Petrobras procurou o LSFO, iniciando assim uma parceria para o desenvolvimento de uma família de sensores baseados em RBF, a serem aplicados em poços de petróleo. O primeiro deles destinava-se à medição de pressão e temperatura no fundo de poços de petrolíferos. O interesse da Petrobras era motivado pela ineficiência dos sensores convencionais e pelo altíssimo custo dos poucos sensores a fibra óptica oferecidos por algumas multinacionais.

Em outubro do mesmo ano, realizou-se uma primeira instalação experimental do sensor em um poço-laboratório e, em 2002, ao se completar um ano e meio de projeto, foi instalado um protótipo de campo em um poço de produção da Petrobras, em Mossoró (RN). Como consequência do sucesso dessa instalação, uma nova etapa do projeto foi acertada entre as partes, prevendo a inclusão de pequenos aperfeiçoamentos, a fabricação de setenta unidades a serem utilizadas na qualificação do sensor e o início de outros projetos de desenvolvimento que incluíam medidores de vazão e de abertura de válvulas, além de um medidor de pH.

Para a Petrobras, o desenvolvimento dessa tecnologia era tão importante quanto o desenvolvimento de um fornecedor local que atendesse a sua demanda, com preço, qualidade e prazo. Percebendo as oportunidades apresentadas por um novo mercado com enorme potencial de crescimento e considerando a capacitação adquirida nos últimos anos, bem como o forte relacionamento com os potenciais clientes, os doutores Arthur Braga e Luiz Valente decidiram investir na formação de uma empresa que viesse explorar comercialmente os resultados positivos obtidos nos projetos desenvolvidos no LSFO da PUC-Rio. Assim, no final de 2001, aqueles pesquisadores convidaram mais três sócios com competências em áreas distintas e submeteram o plano de negócios ao comitê de avaliação do Instituto Tecnológico Gênese, da PUC-Rio. Em maio de 2003, os empreendedores se instalaram na incubadora da universidade e em julho do mesmo ano fundaram a Gavea Sensors.

Durante os anos de 2003 e 2004, as atividades da empresa estiveram fortemente ligadas aos trabalhos no LSFO. Além dos sensores para fundo de poços de petróleo desenvolvidos para o CENPES/Petrobras, sensores para medição de deslocamento e vibração em cabos de linhas de transmissão foram

desenvolvidos para a Expansion, empresa de capital espanhol, concessionária de transmissão da Rede Básica Brasileira.

Em 2005 a empresa, buscando divulgar a tecnologia, participou de feiras e eventos. Em paralelo, pesquisou fornecedores e formou parcerias, entre as quais se destacam a aliança estratégica formada com a Fiber Sensing e com a National Instruments, esta, americana, líder mundial em instrumentação virtual, cujos *softwares* e *hardwares* são empregados nas unidades de medição e *softwares* da Gavea Sensors. No final desse ano, a Gavea Sensors contava com dez colaboradores, entre sócios, empregados e estagiários.

Em fevereiro de 2006 a Petrobras concedeu à Gavea Sensors licença para fabricação e comercialização dos sensores para fundo de poço. Nessa mesma data a empresa se graduou e se instalou em um galpão em São Cristóvão, com uma área de aproximadamente 1.100m², onde atualmente prepara sua linha de produção. O número de colaboradores aumentou para dezoito, estando prevista, para até o final do ano, a contratação de mais um engenheiro e três técnicos.

4.2.2

Financiamento

A Gavea Sensors obteve seu primeiro financiamento no final de 2001, antes mesmo de ser constituída. Os empreendedores, em parceria com o Instituto Gênesis da PUC-Rio, submeteram à Finep, com êxito, na carteira CT-PETRO/Inovação, o projeto de pré-incubação (Inovação – Fase I) de um empreendimento para comercialização de transdutores a fibra óptica desenvolvidos para o setor de petróleo e gás. Esse recurso, a fundo perdido, financiou a realização de um estudo de mercado e a formulação do plano de negócios da empresa.

Durante 2003 e 2004, o LSFO, em parceria com a Gavea Sensors, obteve aprovação pela FINEP, dentro de carteiras do CT-PETRO e CT-ENERG, de quatro projetos de pesquisa. Esses recursos, a fundo perdido, destinaram-se ao desenvolvimento de diversos sensores para os mercados de petróleo e gás, infraestrutura civil e setor elétrico, que futuramente serão comercializados pela empresa. Em 2005, a Gavea Sensors recebeu aprovação pela FAPERJ de dois

projetos. Os recursos solicitados, também a fundo perdido, têm servido ao desenvolvimento final e à comercialização inicial de sensores para detecção de vazamento e discriminação de fluidos. Em 2006, a FINEP aprovou o projeto de graduação. Com os recursos daí advindos, também a fundo perdido, a empresa saiu da incubadora e atualmente estrutura sua linha de produção.

Além dos recursos governamentais, a receita dos serviços prestados ao LSFO, que mantém uma carteira com diversos projetos no CENPES/Petrobras, e à Expansion também tem contribuído de maneira significativa para a sustentação da empresa nesta fase inicial.

4.3

A Fibersensing

A FiberSensing é uma empresa portuguesa que surgiu da Unidade de Optoeletrônica e Sistemas Eletrônicos (UOSE) do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC Porto). Desenvolve, fabrica e comercializa sensores e unidades de medição baseados na tecnologia de redes de Bragg em fibra, assim como *software* para aquisição e gestão de dados. Seu principal mercado alvo é a indústria de infra-estrutura civil.

4.3.1

Histórico

A pesquisa em redes de Bragg em fibra óptica começou na UOSE em 1994 e sempre abrangeu diferentes aspectos da tecnologia: fenômeno da fotossensibilidade, técnicas de escrita, propriedades físicas, aplicação em comunicações ópticas e, fundamentalmente, aplicação como elementos sensores para a medição de diversas grandezas físicas. Ênfase particular foi também atribuída ao desenvolvimento de unidades de medição de sensores de Bragg. Como resultado de toda essa atividade de pesquisa e desenvolvimento, foram surgindo ao longo dos anos inúmeras publicações científicas do INESC Porto, em revistas internacionais, e efetuadas divulgações pelos pesquisadores da empresa nas mais importantes conferências da área dos sensores a fibra óptica.

A idéia de criar a Empresa surgiu em setembro de 2003, quando os pesquisadores Francisco Araújo e Luís Ferreira, apoiados pelo orientador José Luís Santos, identificaram a oportunidade de fornecer sistemas avançados de monitoramento de estruturas com sensores a fibra óptica, baseados em redes de Bragg em fibra. Sete meses após, em 23 de abril de 2004, a empresa havia sido constituída, na forma de sociedade anônima, tendo como acionistas o INESC Porto, os promotores individuais (Alberto Maia, Francisco Araújo, José Luís Santos, Luís Ferreira, Pedro Alves), a PME Capital e o Fundo de Sindicação PME-IAPMEI.

Até fevereiro de 2005, a Empresa funcionou no edifício do INESC Porto com recursos humanos subcontratados, na maioria, pelo Instituto. Os objetivos então assumidos incluíram o desenvolvimento de vários protótipos pré-industriais de sensores a fibra óptica, unidades de medição e *software* de gestão de dados de monitoramento. A arquitetura das unidades de medição, bem como o *software* nelas utilizado, baseia-se nos produtos da National Instruments. Simultaneamente foram agregadas outras tarefas, como a submissão de três patentes nos Estados Unidos e a escolha e implementação de duas ferramentas de produtividade, o CRM¹² e o PLM¹³.

Em outubro de 2005, a Empresa mudou-se para novas instalações, na cidade do Porto, onde em maio de 2006 deu início às atividades de produção. Atualmente conta com vinte colaboradores, entre sócios e empregados, e três estagiários.

¹²CRM – O *Customer Relationship Management* é uma ferramenta de gestão de relacionamento com clientes, constituído por um conjunto de procedimentos/processos organizados e integrados a um modelo de gestão de negócios. Seu objetivo principal é auxiliar as organizações a angariar e fidelizar clientes ou prospectos, fidelizar clientes atuais procurando atingir a sua satisfação total, através do melhor entendimento de suas necessidades e expectativas e formação de uma visão 360 graus dos ambientes de *marketing*.

¹³PLM – O *Product Lifecycle Management* é uma ferramenta que permite às empresas compartilhar os processos comuns de negócios e o conhecimento comum sobre um produto, por meio da integração entre todas as fases do seu ciclo de vida, desde a sua concepção até a sua retirada do mercado. As empresas podem assim melhorar a sua infra-estrutura, colaborar através da cadeia de valor e reduzir de maneira significativa o tempo e os custos de desenvolvimento de produtos.

4.3.2

Financiamento

Ao contrário da Gavea Sensors, a FiberSensing buscou financiamento na indústria de capital de risco. O investimento inicial (€1M), proveniente na sua maioria da PME Capital¹⁴, ocorreu no momento da fundação da empresa, assegurando-lhe o funcionamento durante os primeiros dez meses – fase de desenvolvimento. O segundo aporte (€1,6M), em junho de 2005, serviu para implementar a infra-estrutura de produção e atender à necessidade de capital de giro. No início de 2006, um novo aporte totalizou um montante de (€3,2M). Essas fontes de financiamento têm sido complementadas por meio dos diversos programas governamentais de apoio a empresas de base tecnológica, no que diz respeito tanto à contratação de recursos humanos qualificados, quanto ao suporte a atividades de P&D.

4.4

A Aliança Estratégica

Atuar no mercado brasileiro já fazia parte do plano de negócios da FiberSensing. Em outubro de 2004, três sócios da empresa vieram ao Brasil para visitar alguns potenciais clientes, ocasião em que tomaram conhecimento da Gavea Sensors por intermédio da National Instruments, empresa da qual ambas as PEMINTECs são parceiras. O primeiro contato ocorreu no LSFO da PUC-Rio. Após as devidas apresentações, Luiz Valente e Pedro Alves, os respectivos diretores executivos, perceberam que algum tipo de colaboração poderia trazer benefícios a ambas as empresas.

Após sucessivas conversas e reuniões, a primeira minuta de parceria foi apresentada em janeiro de 2005. Em março de 2006, surgiu a versão final, que, além da representação comercial, compreende: a partilha de informações sobre tecnologia, fornecedores e clientes; o desenvolvimento conjunto de produtos por meio de ferramenta específica (PLM), e a gestão integrada de clientes por CRM.

¹⁴PME Capital – Sociedade Portuguesa de Capital de Risco, S.A. - <http://www.pmecapital.pt/>

A seguir, apresenta-se o resultado das entrevistas com os respectivos diretores executivos:

4.4.1

Motivação

Na opinião de Luiz Valente, a aliança poderia acelerar a penetração dos produtos no mercado de infra-estrutura civil, pois, além de ser esse o foco da FiberSensing, muitos deles estavam quase prontos para oferta a esse mercado. A possibilidade de novos contatos na Europa também pesou na decisão. Por fim, estar junto a uma empresa de mesma base tecnológica, financiada com capital de risco, confere uma visão mais ampla do negócio.

Segundo Pedro Alves, houveram três motivações fundamentais para a formação da aliança. Em primeiro lugar, os produtos das empresas são quase todos complementares, o que reduz o conflito de interesses. Além disso, o mercado principal da Gavea Sensors é petróleo e gás, ao passo que o da FiberSensing é infra-estrutura civil. Em segundo lugar, o *portfolio* conjunto das duas empresas pode ser considerado o mais completo em todo o mundo em sensores de Redes de Bragg em fibra. Nenhuma outra organização possui tantos sensores, sistemas de leitura e *software* quanto a FiberSensing e a Gavea Sensors juntas – o que lhes confere visibilidade global e ao mesmo tempo as fortalece. Salvo algumas aplicações específicas, a tecnologia é globalmente competitiva com a tradicional para sistemas superiores a 20-50 sensores. É necessário um conjunto de produtos mínimo de forma a conseguir atingir mais de 80% da necessidade do cliente para ser considerado como fornecedor principal. Em terceiro lugar, a afinidade cultural, em razão de as duas empresas terem em comum a língua materna, facilita a comunicação.

4.4.2

Contribuições da Gavea Sensors para a aliança estratégica

Na opinião de Luiz Valente, existem duas contribuições fundamentais da Gavea Sensors para a aliança estratégica. Em primeiro lugar, todo o trabalho já realizado no setor de petróleo e, em particular, com a Petrobras; em segundo, a cultura metrológica, fundamental para a área de atuação das duas empresas.

Pedro Alves também menciona as duas contribuições apontadas por Luiz Valente. Para ele, o fato de a trajetória da Gavea Sensors estar muito associada ao desenvolvimento de um produto para a Petrobras lhe garantiu mais experiência de instalação em campo. Essa dinâmica permite que os problemas de campo sejam trazidos para dentro da empresa, o que acelera o processo de desenvolvimento. No caso da FiberSensing, aquele pesquisador considera que os cientistas se preocupam em só entregar o produto ao mercado quando o avaliam como ‘muito bom’. Inúmeras vezes, porém, quando ainda é impossível chegar-se a esse nível, o mercado poderia ser atendido. Ele acrescenta que a experiência de campo confere à Gavea Sensors mais segurança em levar o produto ao mercado, mesmo antes de ser considerado bom pelos seus desenvolvedores.

Os produtos destinados ao mercado global devem, sempre que possível, ser desenvolvidos com a participação de colaboradores de diversos países para que possam atender a necessidades de clientes em diferentes regiões. O fato de a Gavea Sensors ter surgido do laboratório de um departamento de engenharia mecânica permite o desenvolvimento de sensores complexos, envolvendo pressão e complexas peças mecânicas, que a FiberSensing levaria muito tempo para criar. Assim, no entendimento de Pedro Alves, com a participação da Gavea Sensors no desenvolvimento do *software* das unidades de medição da FiberSensing, os produtos passam a ter uma característica mais global. Por fim, a constituição de um representante brasileiro já se encontrava nos planos da FiberSensing. Embora a Gavea Sensors não possua uma estrutura de *marketing* e vendas abrangente, já conhece a tecnologia e é quem tem mais condições de prover assistência técnica. Além disso, se as duas empresas formarem em paralelo uma equipe de *marketing* e uma força de vendas com características em comum, o relacionamento entre elas será muito facilitado no futuro.

4.4.3

Contribuições da FiberSensing para a aliança estratégica

Com relação aos benefícios decorrentes da participação da FiberSensing na aliança, Luiz Valente menciona o forte contato que a empresa parceira possui com a National Instruments e seus clientes, e a possibilidade de agregar como valor a cultura organizacional. A Gavea Sensors ainda não usufrui bem desses benefícios potenciais, como a utilização do comitê consultivo da FiberSensing.

Mais uma vez Pedro Alves compartilha a mesma percepção de Luiz Valente ao acrescentar que, apesar de a FiberSensing ainda não possuir uma forte cultura organizacional, seu histórico profissional, associado às exigências dos acionistas (fundos de capital de risco) levaram-na a se planejar e informatizar grande parte dos processos. O retorno desse investimento não ocorre em curto prazo, porém, no futuro, dará à aliança uma vantagem competitiva. Atualmente a Gavea Sensors já compartilha *software* de desenvolvimento de produtos (PLM), que facilitam o desenvolvimento conjunto, e componentes/fornecedores, bem como o CRM, que proporciona uma gestão integrada das vendas. Na opinião de Pedro Alves, a FiberSensing já nasceu com uma visão mais global que a Gavea Sensors. O plano de negócios não faz sentido se a empresa não tiver uma presença global e neste sentido, o nome da Gavea Sensors também será levado para outros mercados. Para Pedro Alves, sua experiência anterior como consultor técnico e, posteriormente, como vendedor da National Instruments (empresa da qual a Gavea Sensors é ‘Alliance Member’), contribui com um bom conhecimento no processo de vendas, dado que muitos clientes são comuns. Por fim, o fato de a FiberSensing ter em sua estrutura societária uma forte participação de capital de risco lhe dá mais flexibilidade para aplicação de recursos – o que pode ser muito interessante, uma vez que parte do capital da Gavea Sensors provém de projetos de pesquisa governamentais e possui rubricas específicas.

4.4.4

Potenciais fontes de conflito

Na opinião de Luiz Valente, as fontes de conflito mais claras são as diferentes visões em relação às unidades de medição dos sensores e potencialidade de surgimento de outros parceiros mais interessantes para a Gavea Sensors na área de petróleo na Europa. Na visão de Pedro Alves, as potenciais fontes de conflito estão associadas ao não-compartilhamento de informações sobre tecnologia, fornecedores e clientes, entre outras. A competição no desenvolvimento de produtos similares é outra fonte potencial de conflito e, por fim, o rateio indevido de resultados gerados em decorrência da parceria.

4.4.5

Perspectivas futuras

Quanto às perspectivas futuras, na visão de Luiz Valente, para que a aliança se fortaleça e se torne duradoura, é fundamental que cada uma das empresas venda produtos da outra no respectivo mercado e que as margens de lucro sejam interessantes não só para quem vende, como para quem fabrica e repassa o produto. Se essa dinâmica se confirmar, as empresas poderão ser vistas por investidores como um pacote mais interessante do que cada uma isoladamente. Ele acrescenta que, em caso de fusões ou aquisições, totais ou parciais, a divisão das empresas em unidades voltadas para mercados específicos, em especial o de petróleo, poderá facilitar o processo.

Para Pedro Alves, as duas empresas têm uma grande capacidade de desenvolver novos produtos. Existem, tanto no Brasil quanto em Portugal, recursos governamentais a fundo perdido para a inovação tecnológica; além disso, a ligação de ambas as empresas com centros de pesquisa permite que esse processo seja otimizado. Pedro Alves acredita que existam todas as condições – estratégia, capacidade de desenvolvimento, mercado e acesso a ele – para se criar a médio prazo uma plataforma estável de sistemas de medição, baseados fundamentalmente na tecnologia de Redes de Bragg em fibra, mas não limitados a ela. É absolutamente imperativo manter-se a sintonia das duas empresas no mais

elevado nível e planejar cuidadosamente as parcerias e expansões. Só dessa forma será possível atingir-se o mercado com uma mensagem única e consolidada, e não sofrer retrocessos significativos.

Segue no quadro 2 o resumo das entrevistas:

Quadro 2: Resumo das entrevistas

		Percepção	
		GS	FS
(a) Motivação	1) Aceleração da penetração no mercado de infraestrutura civil;	x	
	2) Expansão do <i>network</i> no mercado internacional;	x	
	3) Ampliação da visão do negócio com a aproximação da indústria de capital de risco;	x	
	4) Produtos e mercados complementares;		x
	5) Criação do mais completo <i>portfolio</i> de produtos oferecido em todo o mundo;		x
	6) Afinidade cultural;		x
(b) Contribuições da GS para a aliança	1) Aprendizado nos trabalhos realizados para a Petrobras;	x	x
	2) Cultura metrológica;	x	x
	3) Contribuição para o desenvolvimento do <i>software</i> com características globais;		x
	4) Aceleração do desenvolvimento de produtos que envolvam peças mecânicas complexas;		x
	5) Representação comercial e assistência técnica mais capacitada;		x
(c) Contribuições da FS para a aliança	1) Forte contato com a NI e seus clientes;	x	
	2) Cultura organizacional e informatização dos processos;	x	x
	3) Visibilidade internacional;		x
	4) <i>Know How</i> do processo de vendas;		x
	5) Flexibilidade de aplicação de recursos financeiros;		x
(d) Potenciais fontes de conflito	1) Diferentes visões em relação às unidades de medição dos sensores;	x	
	2) Surgimento de outros potenciais parceiros mais interessantes para a Gavea Sensors na área de petróleo na Europa;	x	
	3) Não-compartilhamento de informações sobre tecnologia, fornecedores, clientes, entre outras;		x
	4) Competição no desenvolvimento de produtos similares;		x
	5) Rateio indevido de resultados decorrentes da parceria;		x
(e) Perspectivas futuras	1) Valorização das empresas como um negócio único, acelerando o processo de fusões e aquisições, totais ou parciais;	x	
	2) Desenvolvimento conjunto de produtos;		x
	3) Criação de uma plataforma estável de sistemas de medição, baseada fundamentalmente na tecnologia de Redes de Bragg em Fibra, mas não limitado a ela.		x