

Mapeamento Tecnológico de Equipamentos de Aferição da Qualidade do Gesso

Technological Mapping of Equipments for Measurement of Quality of Gypsum Plasters

Igo Rafael Alves Silva¹

Lucas Damião da Cruz Silva¹

Michely Correia Diniz¹

Isnaldo José de Souza Coêlho¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia, Brasil

Resumo

O gesso tem sido utilizado ao longo de séculos pela humanidade e tem aplicações nas mais diversas áreas, desde a construção civil às próteses odontológicas. A aferição exata da qualidade do gesso ainda é muito cara e pouco acessível. O objetivo deste trabalho é identificar as tendências tecnológicas de equipamentos que meçam parâmetros que reconhecidamente atestem a qualidade do gesso. Para isso, foi feito um levantamento de artigos no Periódicos CAPES publicados nos últimos cinco anos, e uma prospecção de patentes no Orbit depositadas no período de 2000 a 2020. Assim, foram identificados mais de 30 registros correlatos a esse tema nas bases de dados consultadas, entre estes, um pedido de patente protocolado no Brasil, ainda sem transferência da tecnologia. O produto final consistiu na organização e na visualização das informações encontradas em um *Roadmap* Tecnológico, com análise temporal dividida em curto, médio e longo prazos, relacionando-o com os fatores críticos: Mercado, Produto e Tecnologia. As patentes e artigos encontrados reafirmam a importância de se fazer um mapeamento tecnológico antes do desenvolvimento de qualquer produto ou processo, com vistas à eficiência do processo de inovação por meio do direcionamento correto dos esforços de pesquisa e financiamento.

Palavras-chave: Tempos de Pega. Classificação do Gesso. *Roadmap* Tecnológico.

Abstract

Gypsum plaster has been used for centuries by Humankind and has applications in most diverse areas from the civil construction to dental prostheses. Accurate gypsum quality evaluation is still very expensive and hard to access. In this paper analyses of articles which were published in the last seven years and that have reported advances, as well as patents (Orbit®) deposited in the period 2000-2020 are used to find out technological trends of equipment used for measuring parameters that are capable to guarantee the plaster quality. More than 30 registries correlated to this subject were identified in the data bases, among them a patent request registered in Brazil, whose technology has not been transferred yet. The achievement comprises an organization and a visualization of the found information in a Technological Roadmap with short, medium and long term time analyses related to the critical factors: Market, Product and Technology. Patents and articles found reinforce the importance of making a technological mapping before to develop any promising product, devoted to make more efficient the innovative process by means of optimization of researching and funding efforts.

Keywords: Hardening-Time. Gypsum Rating. Technological Roadmap.

Área Tecnológica: Desenvolvimento de Produtos. Inovação. Prospecção Tecnológica.



1 Introdução

O gesso é um material não metálico de origem mineral muito empregado e estudado no mundo inteiro. A produção, em sua forma natural, consiste em quatro etapas: extração da gipsita (rocha sedimentar que apresenta em sua composição o di-hidrato e o hemidrato de Sulfato de Cálcio, a anidrita e algumas impurezas); preparação para calcinação; calcinação e seleção (BARBOSA; FERRAZ; SANTOS, 2014). O processo de calcinação é realizado utilizando-se fornos que elevam a temperatura a cerca de 160°C, desidratando parcialmente a gipsita, transformando o di-hidrato em hemidrato, que é o popularmente conhecido pó de gesso (LUZ; LINS, 2008).

A gipsita é composta majoritariamente de sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sendo encontrada em diversas regiões do mundo. Uma característica peculiar da gipsita, que desperta muito interesse, é a facilidade de desidratação e de reidratação que possui. Em um processo de calcinação, a gipsita perde 1,5 mol de água de cristalização, convertendo-se em um Sulfato hemidratado de Cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) que, ao ser misturado com água novamente, volta lentamente à forma estequiométrica original e estável de di-hidrato, num período em que pode ser moldado e trabalhado antes de adquirir uma certa consistência mecânica crítica (BALTAR, 2005).

Segundo o *Anuário Não-Metálicos*, produzido pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2020), a produção de gesso no Brasil representa 2,2% da produção mundial, colocando-se no *ranking* dos 15 maiores produtores de gesso do mundo. O anuário informa que o Estado de Pernambuco é responsável por mais de 90% da produção no país (Polo Gesseiro do Araripe), reunindo em um só *cluster* aproximadamente 800 empresas, das quais 140 são indústrias de calcinação, 49 são mineradoras e cerca de 600 empresas são fabricantes de produtos pré-moldados de gesso. Outros estados produtores são Maranhão, Ceará e Tocantins.

Os maiores consumidores de gesso são as fábricas de cimento, pois esse material é muito útil na determinação dos “tempos de pega” do cimento (quanto mais gesso adicionado, mais curto será o tempo de pega deste último) que indica qual será o “tempo de trabalhabilidade” do cimento ou do concreto. Tempos de pega (também chamados de “tempos de presa” ou em inglês *setting times*) referem-se à duração das etapas do processo de endurecimento, solidificação ou enrijecimento do material em análise. Geralmente, existe o tempo de pega inicial ou “início de pega” (tempo em que se inicia a cristalização ou endurecimento do material) e o tempo de pega final ou de “fim de pega” (tempo que indica o momento final do enrijecimento e início do ganho de resistência mecânica do material) (AKHRIMENKO; PASHCHEVSKAYA, 2013).

O gesso pode ser utilizado na agricultura (BALTAR, 2005) como revestimento (FERREIRA, 2017) em esculturas ou em moldes, em aplicações odontológicas (CASEMIRO *et al.*, 2006), em chapas não ornamentadas, *drywall*, que representa a maior parcela da exportação do gesso pelo Brasil (MME, 2020), e em outras diversas aplicações. A capacidade de ser moldado, de ser reutilizado e, em algumas formas, de se tornar impermeável à água, o torna um material bastante demandado.

Em todas as aplicações do gesso, o tempo de trabalhabilidade é uma informação importante. A depender do uso, é necessário que esse tempo seja maior ou menor, para que se atinja a produtividade adequada. Na literatura, é vasto o conteúdo relacionado a aditivos que podem ser incorporados ao gesso, de forma a acelerar ou a retardar os seus tempos de pega.

Porém, os aditivos só são eficientes caso se tenha uma medição exata dos tempos de pega (AKHRIMENKO; PASHCHEVSKAYA, 2013).

O tempo de enrijecimento do gesso ainda se difere em função de onde a Gipsita é extraída. Existem métodos que determinam esses tempos. Porém, alguns são muito custosos, tanto para aquisição quanto para manutenção (por exemplo, por meio de análises de difração de raios-x) (ZHANG; YANG; CAO, 2020) ou por emprego de agulhas de Vicat (ABNT, 2019); e outros são métodos que, segundo entrevistas com empresas que fabricam o gesso, com o passar do tempo se tornam empíricos e dependentes do operador humano. Ao manter contato com empresas do Polo Gesseiro do Araripe (PE), percebe-se o interesse em novas tecnologias que tornem a medição dos tempos de pega mais precisa e menos dependente do avaliador. Por sua vez, contatos com empresas cimenteiras também sinalizam interesse em medições mais precisas para agregar valor aos seus produtos. Esse é um indicativo de potencial estratégico de tecnologias direcionadas à medição de tempos de pega do gesso e do cimento no Brasil.

De posse dos indicativos claros de demanda do setor produtivo por soluções que permitissem a automatização do processo de aferição e de registro dos tempos de pega do gesso, oferecendo ganhos em termos de reprodutibilidade e de escalabilidade dos procedimentos de amostragem na indústria e nos campos de aplicação, revelam-se os argumentos para justificativa dos esforços pela busca de anterioridade nas bases de registro de patentes acessíveis globalmente. Além disso, em se tratando da necessidade de ajuste do foco na percepção da oportunidade de negócio tecnológico que se apresenta com a demanda identificada, os esforços também devem permear o campo do planejamento estratégico de caráter empresarial. Entre as ferramentas amplamente conhecidas, figura o *Technology Roadmap* (TRM) (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2005), que auxilia na estruturação, comunicação, desdobramento e estabelecimento da visão de futuro de uma organização com esse viés. Trata-se de um método de gerenciamento usado para suportar o *planejamento estratégico tecnológico* de empresas. Em resumo, o TRM fornece uma imagem que estabelece uma relação entre as necessidades futuras do mercado e a tecnologia estudada.

Considerando-se tal fato, é importante a visualização do comportamento do mercado mundial frente a tecnologias gesseiras e aos principais *players* envolvidos em diferentes faixas temporais. Isso permitirá um direcionamento de futuros projetos nessa área, além da identificação de janelas de oportunidade e avaliação de possíveis parceiros no desenvolvimento de soluções com o propósito de aferir parâmetros de qualidade e de classificação dos materiais em termos de tempos de pega.

O objetivo deste trabalho é, portanto, identificar o atual estágio de desenvolvimento de soluções propostas no cenário global para fazer frente aos desafios de garantir qualidade e aferir trabalhabilidade do gesso e do cimento, o segundo tido como material que integra o primeiro em sua composição, justamente com o propósito de graduar seus próprios tempos de pega. Esta pesquisa resultou em um *Roadmap* Tecnológico relacionando as tecnologias que determinam o tempo de trabalhabilidade do gesso, garantindo a qualidade no processo de classificação do produto em relação a esse aspecto. A identificação desse nicho de investimento, tanto de esforços de financiamento como de investigação científico-tecnológica, constitui a principal contribuição deste relato para potencializar a produção qualificada dessa riqueza mineral abundante no Brasil.

2 Metodologia

Para a construção do TRM são necessárias três etapas: etapa *pré-prospectiva*; etapa *prospectiva* e etapa *pós-prospectiva*, como exposto na Figura 1.

Figura 1 – Metodologia para a elaboração do TRM



Fonte: Adaptada de Borschiver e Silva (2016)

A primeira etapa (*pré-prospectiva*) se baseia em uma busca aleatória a respeito do assunto de interesse para se obter uma visão geral do “estado da arte”. Nela, foram pesquisados termos que supostamente estariam ligados ao tema proposto nesta pesquisa. Na plataforma de busca do Google®, foi realizada a pesquisa com as palavras-chave “gesso”, “tempos de pega” e “trabalhabilidade do gesso”.

Durante a definição das palavras-chave, foram consultados dois especialistas em estudos com o gesso da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) sobre a escolha. Consultados, a partir da apresentação de uma lista de palavras-chave pré-selecionadas, solicitou-se que opinassem quanto a outras palavras que pudessem refletir a tecnologia estudada. Com os resultados da etapa *pré-prospectiva*, pôde-se definir as palavras-chave para pesquisa tecnológica e iniciar a segunda etapa: a etapa *prospectiva*.

Em um estudo prospectivo, foram considerados artigos, patentes, informações de mídia especializada e contatos com empresas, selecionados no período estudado (COELHO; BORSCHIVER, 2016). O trabalho recorreu à análise de artigos (Portal de periódicos da CAPES) e a patentes depositadas e concedidas (utilizando o Questel Orbit®), de 2014 a 2020, para identificar tendências tecnológicas e mercadológicas relacionadas ao controle de *tempos de pega do gesso*. Os documentos técnicos (artigos e patentes) recuperados precisaram ser organizados, analisados e tratados.

A partir dos resultados, constatou-se que o “gesso” é chamado em Inglês de *gypsum*, *plaster* e *plaster of paris*, e que os “tempos de pega” estão muito relacionados a textos que tratam do processo de enrijecimento do material. Em inglês, os termos *setting-time*, *hardening-time* e, em alguns casos, *crystallization*, também remetem aos tempos de “início de pega” e de “fim de pega”.

As informações do estudo prospectivo foram organizadas nos estágios temporais de curto prazo, de médio prazo e de longo prazo; relacionando-se com os fatores críticos referentes a mercado, produto e à tecnologia. O mapa foi dividido em colunas, no eixo vertical, e faixas, no eixo horizontal; o eixo horizontal retrata a divisão temporal utilizada, e o eixo vertical a divisão taxonômica. O *software* utilizado para a visualização final foi o CorelDraw®.

No estágio de curto prazo foram encontradas (consultando o banco de dados do Orbit®) informações de patentes concedidas, quando se mostram os *players* que estarão atuando em um cenário atual ou de curto prazo. O estágio de *médio prazo* mostra as patentes que estão em fase de pedido (pendentes) no banco de dados do Orbit®. No estágio de *longo prazo* estão as informações referentes aos artigos científicos (portal de periódicos da CAPES) que apontam para pesquisas em fase de elaboração de tecnologias relativas ao tema (fase de testes).

3 Resultados e Discussão

A escolha das palavras-chave se deu ampliando o espectro inicialmente, procedendo ao ajuste de foco para que se encontrassem somente artigos e patentes relacionados ao tema pesquisado. Para uma melhor visualização dos dados, os conjuntos de palavras-chave foram separados em cinco grupos e nomeados segundo o Quadro 1.

Quadro 1 – Escopo de busca

CLASSE/ESPECIFICIDADE	PALAVRAS-CHAVE
Conjunto 1	gesso
Conjunto 2	gesso OR <i>gypsum</i> OR <i>plaster</i> *
Conjunto 3	(gesso OR <i>gypsum</i> OR <i>plaster</i> *) AND (monitor* OR <i>measur</i> *)
Conjunto 4	(<i>gypsum</i> OR <i>plaster</i> * OR gesso) AND (monitor* OR <i>measur</i> *) AND ("tempo de pega" OR "tempo de presa" OR <i>setting-time</i> OR <i>crystallization</i> OR cristali* OR <i>hardening-time</i> OR "solidifying time")
Conjunto 5	((<i>gypsum</i> OR <i>plaster</i> * OR gesso) AND (monitor* OR <i>measur</i> *) AND ("tempo de pega" OR "tempo de presa" OR <i>setting-time</i> OR <i>crystallization</i> OR cristali* OR <i>hardening-time</i> OR "solidifying time")) NOT (cement OR cimento OR <i>concret</i> *)

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

A primeira pesquisa foi feita com o Conjunto 1 de palavras-chave, que engloba apenas o termo “gesso”, tanto no Orbit® quanto no portal de periódicos da Capes, e foram encontradas 1.774 patentes (com 1.090 já em domínio público) e 823 artigos (incluindo artigos de jornal, recursos textuais, resenhas, livros e *research datasets*), que podem ser visualizados na Tabela 1. É uma quantidade considerável, contudo, sabendo que o gesso é utilizado em todo o mundo, esperava-se uma quantidade mais expressiva de artigos e patentes.

Dessa forma, foi criado o Conjunto 2 de palavras-chave, que junta o Conjunto 1 com os termos em Inglês para “gesso”: *gypsum* ou *plaster*. Para este último, foi adicionado um “caractere coringa” no final, para que se recuperassem as variações de sufixos. Tanto para o Orbit® quanto para o portal da Capes, o asterisco é o caractere de truncagem que permite buscar por prefixos, sufixos, radicais e segmentos. O conector utilizado foi o “OR” para que se pudesse retornar a união dos resultados.

Com o Conjunto 2 obteve-se uma quantidade expressiva de artigos e patentes. Foram encontrados 66.105 (sessenta e seis mil, cento e cinco) artigos e 173.446 (cento e setenta e três mil, quatrocentos e quarenta e seis) patentes, sendo 42.332 (quarenta e duas mil, trezentos e trinta e duas) concedidas, 23.191 (vinte e três mil, cento e noventa e uma) pendentes e 107.923 (cento e sete mil, novecentas e vinte e três) expiradas (patentes que foram revogadas, entraram

em “domínio público” por transcurso de tempo ou por não pagamento da anuidade). Isso já mostra que a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico para o gesso são opções viáveis e bastante ativas, principalmente pelo grande número de patentes pendentes, que indicam patentes desenvolvidas há poucos anos.

Tabela 1 – Resultados para os cinco conjuntos de palavras-chave

CONJUNTO	ARTIGOS	PATENTES CONCEDIDAS	PATENTES PENDENTES	PATENTES EXPIRADAS	PATENTES TOTAL
1	897	543	141	1090	1.774
2	66.105	42.332	23.191	107.923	173.446
3	32.484	3.718	1.552	5.889	11.159
4	3.426	126	49	153	328
5	1.147	63	24	92	179

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Ao continuar acrescentando novos termos, agora relacionados ao monitoramento, gerou-se o Conjunto 3. Em Português, o termo “monitoramento” tem o mesmo prefixo que em inglês (*monitoring*), e, por isso, foi utilizado o “caractere coringa” conduzindo o formato “*monitor**” para o argumento de busca; além disso, no termo em inglês utilizado para “medição” foi adicionado um caractere coringa: “*measur**”. Com essa especificação, o número de artigos encontrados foi reduzido para 32.484, e o número de patentes para 11.159. Destas, 3.718 foram válidas, 1.552 estão pendentes e 5.889 estão expiradas.

Mesmo reduzindo-se o número de artigos e de patentes encontradas, a busca ainda se mostrava muito abrangente. Devido a isso, foram adicionados termos relacionados a *tempos de pega*, em português e em inglês. Ao se adicionar termos relacionados à “pega”, incluiu-se também o termo “*crystallization*” (adicionando o sufixo “*cristal**” para abranger as palavras em português). A quantidade de patentes encontradas se reduziu, porém, exibindo-se ainda em um número expressivo de 328 (trezentas e vinte e oito) no total. O número de artigos continuou ainda bastante elevado.

Feita uma análise superficial dos títulos dos artigos, percebeu-se que muitos deles estavam relacionados ao cimento (por este conter gesso em sua composição) e não ao gesso diretamente. Sabendo disso, foram removidos os resultados relacionados a “cimento” e “concreto”, com o acréscimo do termo: NOT (*cement* OR cimento OR *concret+*). O número de patentes encontradas reduziu-se para 179, sendo 92 expiradas. O número de artigos foi reduzido para 1.147.

Os números de artigos e patentes ainda eram expressivos para uma análise de títulos e resumos. Então, optou-se por refinar a busca para artigos que estivessem relacionados ao gesso (*gypsum*), o que levou a 181 resultados encontrados, além de restringir as patentes que possuíam esses conjuntos de palavras-chave apenas no título ou no resumo.

Então, foram selecionados artigos e patentes que possuíam títulos e resumos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos ou métodos que pudessem quebrar paradigmas relacionados diretamente com o gesso. Títulos de trabalhos ou patentes que indicavam que o gesso não era o tema principal do trabalho foram removidos. Os números finais de patentes e artigos analisados geraram o Conjunto de 6, que pode ser visualizado na Tabela 2.

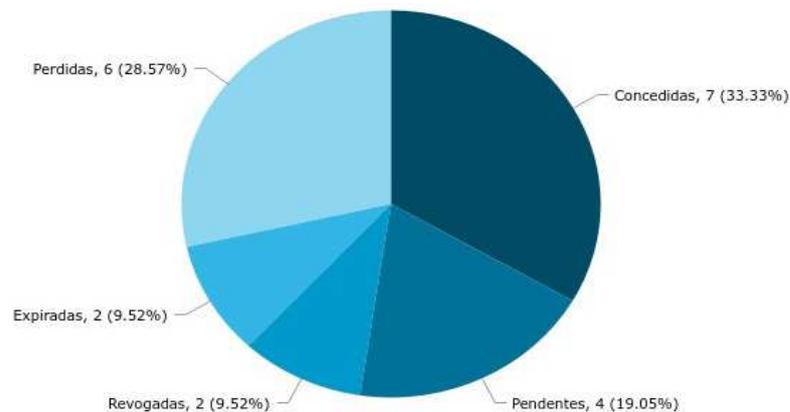
Tabela 2 – Quantidade final analisada de artigos e patentes

CONJUNTO	ARTIGOS (RELEVANTES)	PATENTES CONCEDIDAS	PATENTES PENDENTES	PATENTES EXPIRADAS	PATENTES TOTAL
6	170 (10)	7	4	10	21

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Foram lidos os títulos e os resumos dos artigos encontrados e apenas 10 deles tinham estudos próximos ao que se pretendia que pudessem resultar em equipamentos tecnológicos direcionados à medição de parâmetros de qualidade do gesso, principalmente em relação à determinação dos tempos de pega. Nota-se também que a maior parte dos artigos está ligada ao uso odontológico do gesso, à análise de sais no solo e a aditivos para utilização de gesso em placas pré-moldadas, principalmente para aplicação em acartonados.

Entre os 21 depósitos de patentes encontrados, 11 não estão em domínio público. São sete patentes concedidas e quatro pendentes. O quadro geral pode ser visto no Gráfico 1. Os demais resultados das patentes encontradas consistem em patentes revogadas, expiradas ou que foram perdidas por falta de pagamento de manutenção.

Gráfico 1 – Distribuição de patentes por *status*

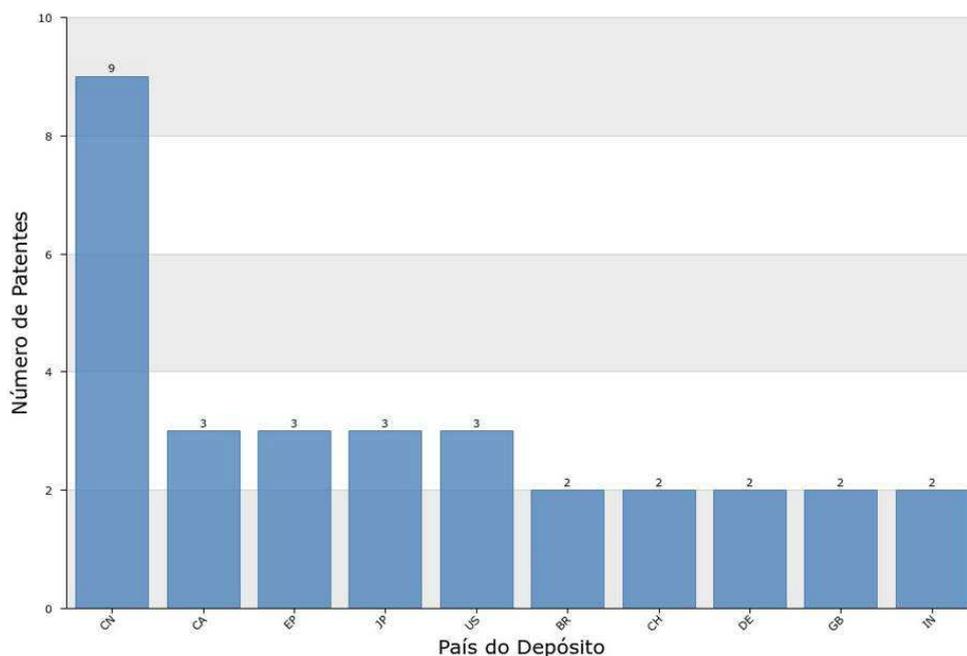
Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo do Questel Orbit® (2020)

No Gráfico 2 consta a distribuição de patentes de acordo com o país do depositante, mostrando somente os 10 primeiros. Como a China (CN) é o maior produtor de gesso do mundo, a presença daquele país no topo dessa lista era esperada, com um total de nove patentes. Em seguida, com três patentes cada, estão o Canadá (CA), o Escritório Europeu de Patente (EP), o Japão (JP) e os Estados Unidos (US). O Brasil está presente com duas patentes depositadas, junto com Suíça (CH), Alemanha (DE), Reino Unido (RU) e Índia (IN). À direita da Índia estariam todos os países elencados com apenas uma patente. Entre as duas patentes brasileiras, uma foi depositada pela Universidade Federal do Vale do São Francisco, e a outra foi depositada por uma empresa não residente no país.

As patentes encontradas foram: Dispositivo para monitorar as transições de fase no processo de cristalização de gesso e de outros materiais (BR102015007863); *Method for measuring setting time of building gypsum* (CN109696472); *Method of testing gypsum binder for suitability for production of dry plaster mixtures based thereon and test concentrate therefor* (RU2589901);

Setting time detection device for gypsum model (CN105235063); Method and device for measuring setting time of hemihydrate gypsum as well as method for managing production process of gypsum building material (JP08001641); Method and system for automatically adjusting initial setting time of slurries on gypsum board production line (CN111409187); Patch containing anti-inflammatory agent (EP1277466); Survey model plaster setting time's device (CN204679495); Gypsum board slurry production line with initial setting time adjustment function (CN111331723); Method of controlling a dihydrate gypsum for preparing alpha-hemihydrate in salt solution (CN101549969); Detecting method of hydration process of gypsum slurry, and control method (CN110757645); Structure of pyramid-shaped frames for studies and experiments on pyramid effect (RO133516); Method and apparatus for burning gypsum (US3773892); Method of curing a gypsum calcination product (EP3092205); Method and plant for the production of boards from plaster and fibers (EP0294566); Water treatment method (EP3006409); Slurry density meter for wet flue gas desulfurization tower (CN202562826); Method of producing sorption moisture-exchange pickup of matrix potential of water (SU1536287); Device for determining setting time of polymer-based mixt. – has thermocouple feeding temp. signal to storage memory triggering stop watch (DE2829450); Process for the manufacture of shaped articles from polyethylene terephthalate (GB1117139); Process for the recovery of at least one solid phase from a single or multi-component system (EP0963772).

Gráfico 2 – Distribuição de patentes por países dos depositantes (10 maiores)

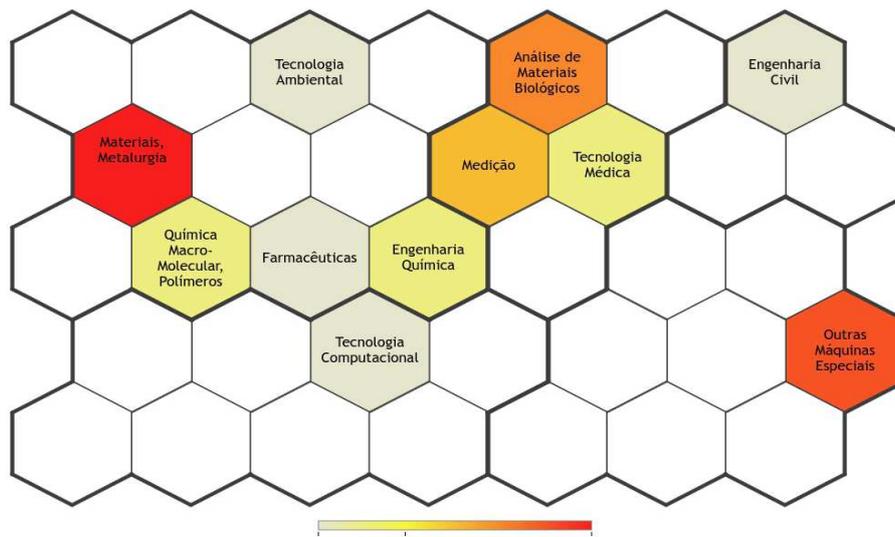


Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo do Questel Orbit® (2020)

Ao analisar as tecnologias relacionadas com as patentes encontradas (Gráfico 3), nota-se que a maior parte delas está relacionada a Materiais e Metalurgia (7); as patentes classificadas nessa tecnologia estão relacionadas a novos métodos e dispositivos para, inclusive, a medida dos *tempos de pega do gesso*. Entre elas, existem três patentes concedidas e uma patente pendente.

O Gráfico 3 possui uma escala gradual que quanto mais vermelho o favo da colmeia, maior o número de patentes foi encontrado e quanto mais cinza, menor o número de patentes relacionadas à área.

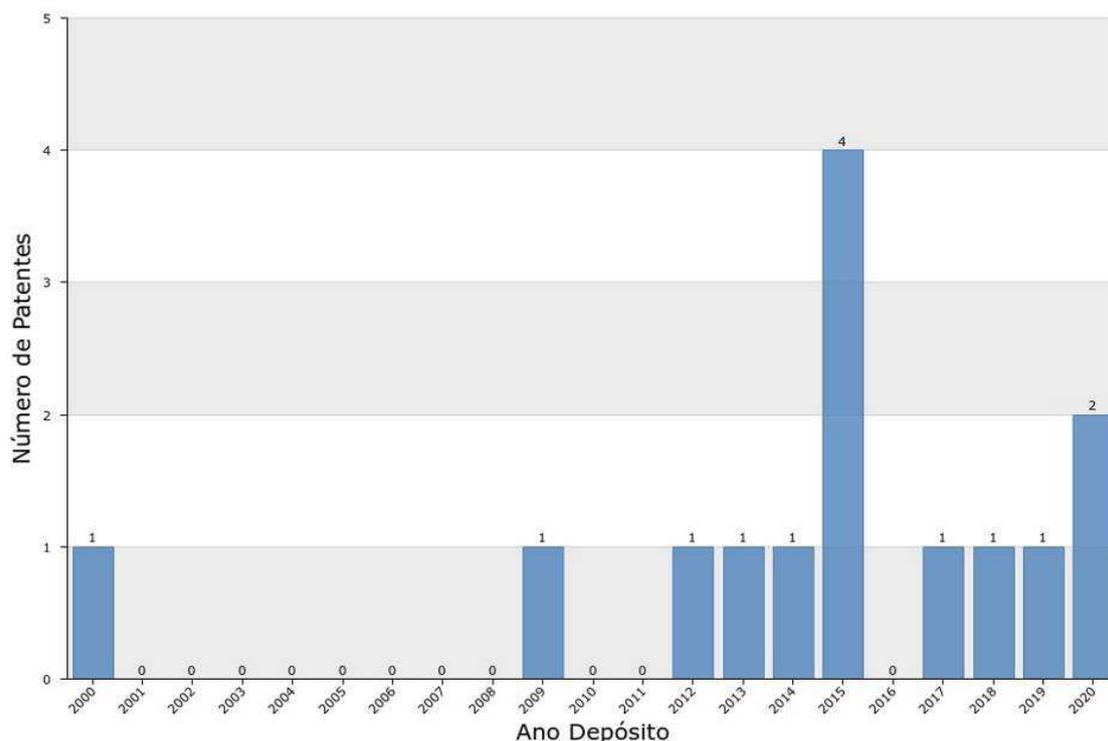
Gráfico 3 – Distribuição de tecnologias entre as patentes encontradas



Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo do Questel Orbit® (2020)

Fazendo uma análise pela primeira prioridade, nota-se que ao longo dos anos sempre existiram patentes relacionadas ao tema discutido neste artigo. O período de 2001 a 2008 foi o mais longo observado em que não existiram patentes concedidas. Em 2015, quando houve um aumento do número, as patentes estavam relacionadas diretamente a dispositivos de monitoramento das transições de fase no processo de cristalização do gesso; a modelos de dispositivos que detectavam os *tempos de pega* e a questionários-modelo para determinação do *tempo de pega*. Os dados quantitativos podem ser vistos no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Distribuição de Patentes por ano de depósito



Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo do Questel Orbit® (2020)

Em relação às empresas depositantes, nos resultados encontrados, apenas uma empresa esteve presente com mais do que uma patente: a *Beijing New Building Materials BNB*, uma empresa chinesa de construção, com uma das patentes pendente. A patente aborda um método de medição de *tempo de pega* utilizando transmissão ultrassônica, depositada em 2017, mas somente publicada em 2019.

Foi gerado um gráfico relacionado aos índices de mercado (Gráfico 5). Esse gráfico relaciona os depositante com alguns dados: Patente ativa, que indica quantas patentes o depositante, segundo a busca, estão ativas atualmente; Tamanho da família, que mostra quantas famílias a patente abrange; Generalidade, que é um índice que varia de 0 a 1 no qual quanto maior mais a patente é generalista, ou seja, possui mais famílias de aplicação; Idade que mostra em anos o tempo desde o depósito da patente (inclusive as já expiradas); Citações, que mostram se as patentes foram citadas por outras patentes; e, por fim, o número de licenciamentos das patentes que mostra a quantidade de transferências de tecnologia.

Pelos indicadores de mercado, adquiridos pelo Questel Orbit® (Gráfico 5), a patente mais jovem é a da North New Building Materials Jingtangshan, empresa chinesa, e seu depósito possui apenas seis meses. Essa patente trata de um método para ajuste automático do tempo de pega em linhas de produção de placa de gesso.

Uma patente de Universidade brasileira aparece com cinco anos de depósito. A patente da Universidade Federal do Vale do São Francisco trata de um dispositivo para monitorar as transições de fase no processo de cristalização de gesso e outros materiais.

Gráfico 5 – Indicadores de mercado

Titular	Patente Ativa	Tamanho da Família	Generalidade	Idade (anos)	Citações	Licenciamentos
NORTH NEW BUILDING MATERIALS JINGTANGSHAN	1	1	0	0.5	0	0
BEIXIN BUILDING MAT JINGTANGSHAN	1	1	0	0.5	0	0
BEIJING NEW BUILDING MATERIALS BNB	2	1	0	1.3	0	0
UNIVERSITY FEDERAL DO VALE DO SAO FRANCISCO U	1	1	0	3	0	0
OOO VNEDRENIE NAUCHNOE I ISPYTANIE STR NYKH M	0	0	0	4.5	0	0
QIULU PLASTER PRODUCT FACTORY	0	0	0	5	0	0
SHENZHEN QINGQINGYUAN TECHNOLOGY	1	1	0	5.3	0	0
SAINT GOBAIN PLACO	1	15	0	5.5	0	0
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES ENGINEERING	1	39	0.88	6	0	0
SHANDONG GUOSHUN CONSTRUCTION	1	1	0	8.1	0	0
ZHEJIANG TIANDI ENVIRONMENTAL PROTECTION TECH	0	0	0	11.2	0	0
HISAMITSU PHARMACEUTICAL	1	21	0.85	19.3	0	0
MITSUBISHI MATERIALS	0	0	0.67	25	0	0
AGROFIZICHESKIJ NII VASKHNIL	0	0	0	31	0	0
BABCOCK BSH	0	0	0.92	32.7	0	0
BAYER	0	0	0	41	0	0
O&K - ORENSTEIN & KOPPEL	0	0	0.87	47.9	0	0
AKZO NOBEL	0	0	0.84	54	0	0

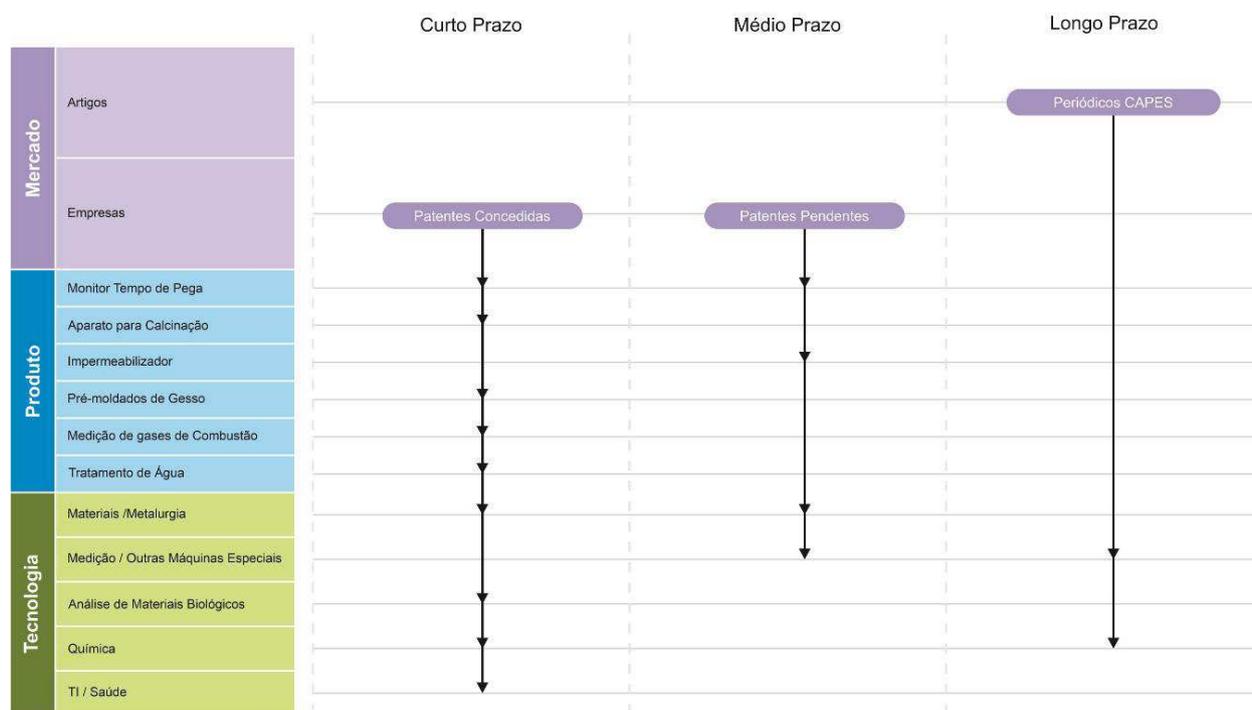
Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo do Questel Orbit® (2020)

O Gráfico 5 foi classificado pelo tempo de depósito das patentes e nota-se que boa parte delas são bem recentes, o que mostra o interesse em médio prazo para desenvolvimento de tecnologias para o gesso. Além disso, existem patentes que não possuem tempo para expirar (menor que o tempo de 20 anos), porém, não há nenhuma patente ativa, isso significa que a patente foi cancelada por outros motivos, como não apresentar uma novidade ou não pagamento das taxas.

A empresa Mitsubishi Heavy Industries® é a que possui maior família de patentes, se mostrando uma empresa que investe bastante em inovação tecnológica e que acredita que seu produto tem aplicações em boa parte dos países. Essa patente está relacionada ao tratamento de água que cristaliza o gesso para a remoção dos sais que têm relação com este na água.

Com todos esses dados, foi possível montar um TRM (*Roadmap Tecnológico*). Na Figura 2, é possível ver que os artigos têm uma relação maior com a química, o que mostra que a preocupação maior está relacionada com novos materiais que funcionem como aditivos no gesso.

Figura 2 – Roadmap Tecnológico do estudo realizado



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

As patentes “pendentes” se concentram em *medição e materiais*; já as “concedidas” são mais diversificadas, passando pelas áreas de *saúde e tecnologia da informação*. As patentes se mostraram muito direcionadas a aparatos que solucionem problemas relacionados a pré-moldados de gesso.

4 Considerações Finais

O controle do *tempo de pega* não é algo fácil de ser feito quando intrinsecamente o comportamento do material depende da origem mineralógica da matéria-prima, visto que o elevado grau de pureza característico das jazidas em exploração do Polo Gesseiro do Araripe dispensa a necessidade de etapas adicionais de purificação que antecedam à calcinação. Esse comportamento é determinante da quantidade de aditivos aceleradores ou retardadores a serem incorporados ao material, a fim de adequar o seu tempo de trabalhabilidade ao interesse de quem o aplica. Tecnologias que possam auxiliar em métodos de medição desse relevante parâmetro de classificação podem melhorar os resultados e reduzir a dificuldade existente. Por outro lado, métodos demasiadamente elaborados de medição, que possam acrescentar significativamente os custos de produção, atualmente muito reduzidos pelos benefícios da abundância e da elevada pureza da gipsita prospectada, que reduz o seu processamento a uma única etapa térmica, teriam poucas chances de prosperar em meio ao arranjo produtivo local.

Essa é provavelmente a razão pela qual os métodos empíricos de medição se perpetuam na indústria do gesso. A existência de uma patente ativa no Brasil há alguns anos, pendente de transferência tecnológica ao setor produtivo a que se destina, talvez resulte de desinformação relativa à existência da solução encontrada na Universidade, e de lapso ocasional no processo de maturação da própria tecnologia, que precisaria ser alçada ao campo de aplicação na indústria. Em qualquer dos casos, é pretensão dos autores deste artigo que esse seja um instrumento eficaz na difusão da demanda tecnológica do setor gesseiro do Brasil, corroborando inclusive com a publicização da solução desenvolvida no país. Com este estudo, nota-se que existe um grande campo a ser explorado no domínio da indústria em foco. Por ser um produto bastante versátil e por ter grande produção capaz de atender à demanda nacional, tecnologias relacionadas a esse material são consideradas naturalmente como bastante estratégicas.

O número alto de patentes encontradas na China mostra que a preocupação em se gerar novas tecnologias está mais presente em países que possuem a cultura de depósito de patentes e, conseqüentemente, da proteção de suas novas invenções. O Brasil está presente com algumas patentes, mas tem a oportunidade de desenvolver mais tecnologias nesse sentido. Existem Universidades e Centros de Pesquisas próximos ao Polo Gesseiro do Araripe, o que pode contribuir para o desenvolvimento de soluções para melhoria dos processos produtivo e de controle de qualidade do seu principal produto.

5 Perspectivas Futuras

Este estudo prospectivo pode fornecer um norte às novas ideias de equipamentos, novos métodos ou novos processos. Espera-se que inspire mais pesquisadores e engenheiros a desenvolverem novas tecnologias para a garantia da qualidade do gesso e que mostre a situação atual em relação a esses equipamentos.

Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12128**: Gesso para construção: Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- AKHRIMENKO, V. E.; PASHCHEVSKAYA, N. V. Problem of Controlling the Gypsum Setting Time. **Russian Journal of Applied Chemistry**, St. Petersburg, v. 86, n. 6, p. 1.001-1.003, 2013. ISSN: 1070-4272. DOI: <http://doi.org/10.1134/S107042721306027X>
- BALTAR, C. A. M. **Rochas e minerais industriais**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral; Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. Cap. 21. p. 449-470.
- BARBOSA, A. A.; FERRAZ, A. V.; SANTOS, G. A. Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso obtido do polo do Araripe. **Cerâmica**, São Paulo, v. 60, n. 356, p. 501-508, dez. 2014. ISSN: 0366-6913. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132014000400007>.
- BORSCHIVER, S.; SILVA, A. L. R. da. **Technology Roadmap**: Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2016.
- CASEMIRO, L. A. *et al.* Materiais para modelagem: Avaliação dos tempos de presa, das resistências à tração e compressão e das partículas (MEV). **Revista Odonto Ciência**, [s.l.], v. 21, n. 53, p. 207-211, jul.-set. 2006. ISSN: 1980-6523. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fo/article/view/1097>. Acesso em: 19 dez. 2018.
- COELHO, K. M.; BORSCHIVER, S. Roadmap tecnológico do ácido levulínico produzido a partir de biomassa lignocelulósica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 481-492, 2016. ISSN: 2317-0026. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v9i4.17951>.
- FERREIRA, F. C. **Estudo de caracterização do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe**. 2017. 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. **Rochas & minerais Industriais**: usos e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. Cap. 23. p. 505-526. ISBN: 978-85-61121-37-2. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>. Acesso em: 28 fev. 2022.
- MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico**: Setor Transformação Não Metálicos 2019. Brasília, DF: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), 2020. 85p. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36108/405154/ANU%C3%81RIO+N%C3%83O-METALICOS+2019+18.05.2020.pdf/4bda5f9e-8f83-d792-d1d5-bee1baf7b0df>. Acesso em: 26 dez. 2020.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, David R. Developing a Technology roadmapping system. **Portland International Conference on Management of Engineering and Technology**, [s.l.], p. 99-111, jul.-ago. 2005. ISSN: 2159-5100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/PICMET.2005.1509680>.
- ZHANG, Y.; YANG, J.; CAO, X. Effects of several retarders on setting time and strength of building gypsum. **Construction and Building Materials**, [s.l.], v. 240, n. 356, p. 501-508, abr. 2020. ISSN: 0950-0618. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117927>.

Sobre os Autores

Igo Rafael Alves Silva

E-mail: contato@igorrafael.eng.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2396-5705>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) – Ponto Focal Univasf.
Endereço profissional: UNIVASF, Campus Juazeiro, Av. Antônio Carlos Magalhães, n. 510, Santo Antônio, Juazeiro, BA. CEP: 48902-300.

Lucas Damião da Cruz Silva

E-mail: damlucas@live.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8647-7747>

Graduando em Engenharia Elétrica pela Univasf

Endereço profissional: UNIVASF, Campus Juazeiro, Av. Antônio Carlos Magalhães, n. 510, Santo Antônio, Juazeiro, BA. CEP: 48902-300.

Michely Correia Diniz

E-mail: michely.diniz@univasf.edu.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1960-4512>

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual do Ceará.

Endereço profissional: UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, Rodovia BR 407, 12 Lote 543, Projeto de Irrigação, Nilo Coelho, s/n, Petrolina, PE. CEP: 56300-990.

Isnaldo José de Souza Coêlho

E-mail: isnaldo.coelho@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0384-7210>

Doutor em Engenharia Elétrica/ Eletrônica pela Universidade Federal de Pernambuco

Endereço profissional: UNIVASF, Campus Juazeiro, Av. Antônio Carlos Magalhães, n. 510, Santo Antônio, Juazeiro, BA. CEP: 48902-300.