Elaboração e Caracterização de Filmes Biodegradáveis de Amido de Lírio do Brejo (*Hedychium coronarium*) e de Amido de Fruto-do-Lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill)

Rejane D.P. Mota, Diego P.R. Ascheri & José L. R. Ascheri

Uma nova tecnologia vem revolucionando o mercado de descartáveis: os filmes biodegradáveis produzidos a partir de amido. A partir de amidos de fruto-de-lobo e de lírio-do-brejo foram elaborados filmes biodegradáveis usando como plastificante o glicerol. Os amidos apresentaram teor de pureza elevada e diferiram no teor de amilose e nas propriedades de pasta. Os filmes apresentaram diferentes espessuras decorrentes do processo de elaboração. A porcentagem de plastificante afetou os valores da solubilidade e permeabilidade aumentando com o incremento da porcentagem de glicerol. Nas propriedades mecânicas, houve uma diminuição da tensão e aumento da deformação dos filmes com aumento da concentração de glicerol.

Palavras-chave: *Hedychium coronarium*, *Solanum lycocarpum*, plastificante, blendas poliméricas.

A new technology is revolutionizing the market for disposable: the biodegradable film produced from starch. From starch fruit-ball and lily-of-swamp biodegradable films were prepared using the glycerol as plasticizer. The starch content showed high purity and differ in content of amylose and the properties of pulp. The films have different thicknesses of the resulting preparation. The percentage of plasticizer affected the values of solubility and permeability increase with increasing the percentage of glycerol. In mechanical properties, a reduction of stress and deformation of the films increased with increasing concentration of glycerol.

Keywords: *Hedychium coronarium*, *Solanum lycocarpum*, plasticizer, polymer blends.

Introdução

Até pouco tempo atrás era importante descobrir materiais cada vez mais duráveis para utilização diária no mercado e dentre estes estavam os plásticos, com grande variedade de aplicações, devido a suas propriedades, versatilidade de uso e preço¹. Com o tempo, observou-se que os plásticos sintéticos, por serem macromoléculas poliméricas, têm uma degradação natural muito lenta. Isso gerou uma grande preocupação com o meio ambiente.

A busca por soluções que levem a um plástico descartável ideal vem mobilizando cientistas e ambientalistas há algum tempo. As pesquisas apostam na substituição dos plásticos convencionais por plásticos biodegradáveis e fotodegradáveis². O interesse de manter, ou melhorar, a qualidade dos alimentos, e ao mesmo tempo reduzir desperdício de embalagens, tem encorajado a exploração de novos materiais de embalagens, como os filmes biodegradáveis à base de fontes renováveis³.

Os filmes biodegradáveis podem ser elaborados de amidos. O amido é encontrado abundantemente na natureza graças ao cultivo extensivo e intensivo de cereais, é renovável, possui custo relativamente baixo.

No presente estudo se elaboraram filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido do lírio-do-brejo (ALB) e de fruto-de-lobo (AFL) com a adição de glicerol (plastificante). Os amidos foram caracterizados quanto a sua composição centesimal, microscopia óptica e propriedades de pasta, e dos filmes foram caracterizadas quanto a suas propriedades físicas: espessura (ϵ), solubilidade em água (S), permeabilidade ao vapor de água (Pva), além de propriedades mecânicas (tensão, deformação e módulo de Young).

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado de janeiro a junho de 2009 usando os laboratórios de Química da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás (UnUCET - UEG) e de Reologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos do Rio de Janeiro (Embrapa Agroindústria de Alimentos - RJ).

Os frutos e os rizomas foram colhidos no perímetro rural do Município de Anápolis, GO. As matérias-primas, em separado, foram lavadas em água corrente, descascadas, picadas e moidas em moinho de facas tipo

“CROPON” (modelo MA580) com malha de 1 mm. O amido foi extraído por peneiragem sucessiva usando peneiras de malhas finas e diâmetros entre 0,149 e 0,044 mm. Utilizou-se uma solução de cinco gramas de metabissulfito de sódio (Synth) por litro de água, numa proporção de um quilograma de fruto por dois litros de solução de metabissulfito para prevenir o escurecimento do amido.

Do amido extraído foram retirados resíduos orgânicos fazendo lavagens sucessivas com uma solução de NaOH a 0,05N e com álcool etílico absoluto, respectivamente, e posteriormente, este amido foi submetido à secagem em estufa MARCONI MA 030 a 45°C até peso constante. O amido desidratado permaneceu 12h em dessecador contendo sílica-gel como agente dessecante e em seguida foi reduzida a pó utilizando gral de porcelana e pistilo e, peneirada em peneira de 0,350mm, obtendo-se assim a amostra seca para análise.

A composição centesimal do amido foi determinada pela metodologia da AOAC⁴. O teor de amilose foi determinado segundo a metodologia de WILLIAMS, KUZINA e HLYNKA⁵. Foram tomadas micrografias dos grânulos do amido para avaliação da sua morfologia e análise visual de amido danificado segundo a técnica descrita por VIGNEAU et al.⁶, com modificações. Para a análise da viscosidade da pasta, utilizou-se Rapid Visko Analyser (RVA) pela metodologia de ASCHERI et al.⁷.

Os filmes biodegradáveis foram elaborados pelo método de espalhamento, segundo YANG e PAULSON⁸, com modificações. As soluções filmogênicas foram preparadas da seguinte forma: dois gramas de amido mais glicerol em 100mL de água destilada. A proporção de amido do fruto-do-lobo (AFL) e de lírio-do-brejo (ALB) variou de 0/100 a 100/0% (g AFL/100 g ALB) com intervalos de 25%, e a concentração do glicerol (G) variou de 0 a 20% (mL de glicerol/100 g de amido) com intervalos de 5%. A solução filmogênica foi aquecida em banho-maria com agitação constante até temperatura de 95 °C para que ocorresse a completa gelatinização dos amidos.

Após a gelatinização, 25g desta solução filmogênica foi adicionada em placas de acrílico de 850 mm de diâmetro, para posterior secagem a 30°C em estufa de ar forçado (MARCONI MA) por 24 horas. Após a retirada

das placas, os filmes foram acondicionados em sacos plásticos até sua posterior utilização.

Observou-se a aparência, transparência e microscopia óptica dos filmes biodegradáveis, além de espessura, solubilidade em água⁹ e permeabilidade ao vapor de água¹⁰. Os testes mecânicos foram realizados de acordo com o método de Gontard et al.¹¹, em um texturômetro Texture Analyser Model TA-Hdi (SURREY, Inglaterra).

As médias das respostas obtidas foram expressas em valor $\pm$ erro padrão da média¹². Para estudar o efeito da porcentagem de amido e glicerol (G) nas variáveis respostas espessura (ϵ), teor de água (TA), solubilidade (S) e permeabilidade ao vapor de água (Pva), adotou-se a variável porcentagem de amido do fruto-do-lobo (AFL) nos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% e a porcentagem do glicerol nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, em um planejamento fatorial 52 inteiramente casualizado, com três repetições.

Fez-se uso da análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Statistic versão 6.0, e para a elaboração dos gráficos foi utilizado o programa Origin versão 5.0.

Resultados e Discussão

A purificação dos amidos extraídos dos rizomas do lírio-do-brejo e do fruto-do-lobo foi bem sucedida uma vez que possuem baixos teores de outros constituintes químicos e, aproximadamente, 99% de amido em sua composição. Os resultados encontrados para a determinação da composição química encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química das matérias-primas utilizadas.

Análises	Composição química (%)	
	Amido do lírio-do-brejo	Amido do fruto-do-lobo
Umidade (b.u.)	6,95 $\pm$ 0,04	7,12 $\pm$ 0,21
Cinzas (b.s.)	0,50 $\pm$ 0,02	0,19 $\pm$ 0,01
Extrato etéreo (b.s.)	0,01 $\pm$ 0,01	0,07 $\pm$ 0,00
Fibra bruta (b.s.)	0,24 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,01
Proteínas (b.s.)	0,03 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,01
Amido (b.s.)	99,22 $\pm$ 0,03	99,39 $\pm$ 0,01
Amilose (b.s.)	37,20 $\pm$ 1,35	29,16 $\pm$ 0,09

b.u. – base úmida

b.s. – base seca

O ALB apresentou maior teor de amilose (37,2%) do que AFL (29,25%), entretanto estes teores de amilose foram maiores do que de outras plantas, a exemplo, gengibre, 22,2%¹², mandioca, 18,6%¹³, quinoa, 3,5 a 4,8%¹⁴.

Ambos amidos apresentaram morfologia diferente (Figura 1). O ALB apresentou grânulos com forma elipsóide, truncada, pentagonal e irregular, com tamanho médio de 35,65 μ m, enquanto que o AFL apresentou formas esféricas, com tamanho médio de 16,56 μ m.

Figura 1: Micrografia (aumento 1000x) e foto do amido dos rizomas do lírio-do-brejo (a) e do amido do fruto-do-lobo (b)

Quando os grânulos de amido são aquecidos com excesso de água começam a inchar, tendo-se então, um aumento acentuado na viscosidade. Atingindo o pico máximo os grânulos se quebram e a viscosidade diminui e, após resfriados, ocorre a retrogradação. Esta propriedade é importante na produção de filmes biodegradáveis, pois, permite determinar o tempo e a temperatura da completa gelatinização do amido.

A temperatura de empastamento e o tempo de pico para ALB e ALB foram de 78,7°C e 69,5°C e de 5,7 e 6,35 min, respectivamente (Figura 2). As viscosidades máxima alcançadas a 95°C, mínima e final para AFL foram de 4480,5, 3941,0 e 3624,0 cP, respectivamente, enquanto que para ALB foram de 3506,5, 4507,0 e 6562,5 cP, respectivamente, concluindo-se que o amido do fruto-do-lobo apresenta maior estabilidade a frio e a quente, enquanto que o ALB apresenta maior retrogradação.

Figura 2: Propriedades de pasta dos amidos extraídos dos rizomas do lírio-do-brejo e do fruto-do-lobo.

Os filmes biodegradáveis elaborados apresentaram boa transparência, porém, com presença de “fantasmas” decorrentes da gelatinização incompleta dos amidos usados (Figura 3). Meuser et al.¹⁷ observaram as mesmas características em relação à não gelatinização total dos grânulos de amido que deve ser devido a determinados parâmetros do processo considerados brandos, tais como: a temperatura de gelatinização, a concentração de água que pode ter reduzido o efeito de cisalhamento.

Figura 3: Micrografias de biofilme elaborados: (a) e (b) apresentam 100% de amido do fruto-do-lobo (0% de amido do lírio-do-brejo) com 5% de glicerol (Aumento: 400x); (c) 100% de amido de lírio-do-brejo (0% de amido do fruto-do-lobo) a 10% de glicerol (Aumento: 1000x).

Os resultados da espessura, solubilidade e permeabilidade dos filmes se encontram na Tabela 2, e na Tabela 3 mostra a análise de variância adotada para ver as diferenças entre as médias devido a os efeitos dos

tratamentos aplicados. Nesta Tabela 3 se constatou que para as variáveis ϵ e S, houve uma interação entre os fatores AFL x G ($p < 0,05$), indicando que a variação de ϵ e S depende do efeito sinérgico das porcentagens de amido de fruto-de-lobo e do plastificante. A variável Pva depende isoladamente da porcentagem de glicerol e da porcentagem de amido, respectivamente ($p < 0,05$).

A espessura foi variada nos filmes, decorrente do processo de elaboração (casting), onde os filmes são secos em suportes, gerando filmes não homogêneos de espessuras diferentes dependendo da massa aplicada^{18,19,20}. Verificou-se que a concentração de G foi quem exerceu mais efeito na espessura, solubilidade em água e permeabilidade ao vapor de água dos filmes, aumentando essas propriedades com o aumento da concentração deste plastificante, concordando com outros autores^{21,22,23,24}. Estima-se que essa relação é em decorrência do caráter higroscópico do G, em função dos seus grupamentos hidroxilas que formam ligações de hidrogênio com a água²¹. Acreditava-se que as fontes amiláceas oriundas de plantas diferentes iam interferir muito nas propriedades dos filmes, porém observou-se que a concentração de G foi quem surtiu maior efeito (Tabela 2). O filme de maior espessura foi o E₂₂ com 0,208 mm, e o de menor espessura foi o E₅ com 0,076 mm, enquanto o primeiro possuía 20% de G, este último tinha 0% de G. Na

solubilidade em água, os resultados foram semelhantes: a maior solubilidade foi para o E_{21} (62,76%) com 20% de G, e menor solubilidade foi para o E_1 (10,70%) com 0% de G. Na permeabilidade ao vapor de água, o maior valor ($2.09 \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$) foi para o E_{25} com 20% de G e o

menor valor ($0.018 \text{ g mm m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$) foi para o E_1 .

Nas propriedades mecânicas, foram analisados três filmes biodegradáveis: E_8 , E_{18} e E_{23} , escolhidos aleatoriamente considerando-os de menor, média e maior permeabilidade ao vapor de água, respectivamente.

Tabela 2: Matriz do planejamento e resultados experimentais da espessura, solubilidade e permeabilidade obtidos dos filmes biodegradáveis em função da concentração de glicerol e amido do fruto-do-lobo (AFL)*.

Fatores			Respostas (variáveis dependentes)		
Ensaio	Glicerol (%)	AFL ¹ (%)	Espessura $\pm$ EPM (mm)	Solubilidade $\pm$ EPM (%)	P _{VA} ² $\pm$ EPM
E ₁	0	0	0,095 $\pm$ 0,001	10,699 $\pm$ 0,116	0,028 $\pm$ 0,005
E ₂	0	25	0,089 $\pm$ 0,007	12,600 $\pm$ 0,105	0,085 $\pm$ 0,005
E ₃	0	50	0,088 $\pm$ 0,003	32,437 $\pm$ 3,307	0,139 $\pm$ 0,005
E ₄	0	75	0,083 $\pm$ 0,001	31,095 $\pm$ 0,362	0,104 $\pm$ 0,006
E ₅	0	100	0,076 $\pm$ 0,001	10,702 $\pm$ 1,745	0,049 $\pm$ 0,001
E ₆	5	0	0,082 $\pm$ 0,003	19,540 $\pm$ 0,257	0,057 $\pm$ 0,005
E ₇	5	25	0,117 $\pm$ 0,003	18,458 $\pm$ 0,403	0,087 $\pm$ 0,005
E ₈	5	50	0,139 $\pm$ 0,002	25,536 $\pm$ 0,873	0,043 $\pm$ 0,006
E ₉	5	75	0,110 $\pm$ 0,002	14,482 $\pm$ 2,104	0,063 $\pm$ 0,005
E ₁₀	5	100	0,145 $\pm$ 0,002	26,957 $\pm$ 2,873	0,038 $\pm$ 0,005
E ₁₁	10	0	0,152 $\pm$ 0,004	31,344 $\pm$ 0,667	0,231 $\pm$ 0,050
E ₁₂	10	25	0,151 $\pm$ 0,002	29,087 $\pm$ 0,194	0,183 $\pm$ 0,010
E ₁₃	10	50	0,143 $\pm$ 0,002	36,576 $\pm$ 0,646	0,019 $\pm$ 0,005
E ₁₄	10	75	0,178 $\pm$ 0,002	45,415 $\pm$ 0,605	0,032 $\pm$ 0,005
E ₁₅	10	100	0,152 $\pm$ 0,004	28,619 $\pm$ 1,379	0,038 $\pm$ 0,005
E ₁₆	15	0	0,113 $\pm$ 0,003	46,424 $\pm$ 0,523	0,151 $\pm$ 0,051
E ₁₇	15	25	0,152 $\pm$ 0,003	45,878 $\pm$ 0,393	0,097 $\pm$ 0,005
E ₁₈	15	50	0,131 $\pm$ 0,003	32,119 $\pm$ 0,118	0,794 $\pm$ 0,050
E ₁₉	15	75	0,132 $\pm$ 0,011	25,019 $\pm$ 1,201	0,038 $\pm$ 0,011
E ₂₀	15	100	0,100 $\pm$ 0,001	32,040 $\pm$ 3,205	0,044 $\pm$ 0,006
E ₂₁	20	0	0,158 $\pm$ 0,003	62,758 $\pm$ 0,357	1,583 $\pm$ 0,031
E ₂₂	20	25	0,208 $\pm$ 0,003	47,168 $\pm$ 1,311	0,056 $\pm$ 0,009
E ₂₃	20	50	0,149 $\pm$ 0,005	53,894 $\pm$ 1,657	1,263 $\pm$ 0,029
E ₂₄	20	75	0,142 $\pm$ 0,004	38,255 $\pm$ 2,147	0,101 $\pm$ 0,009
E ₂₅	20	100	0,150 $\pm$ 0,006	32,737 $\pm$ 0,302	2,093 $\pm$ 0,053

* Média de três repetições.

¹ Amido de fruto-do-lobo.

² PVA = permeabilidade ao vapor de água ($\text{g m m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$).

EPM = Erro padrão da média.

Observou-se que houve uma diminuição da tensão, de 21,513 MPa no E₈ (5% de G) para 0,995 MPa no E₂₃ (20 % de G), e aumento da deformação com o aumento de G: 2.995% no E₈ para 19,205% no E₂₃, o que pode ser explicado pela adição de G, pois quanto mais G mais maleável e flexível se tornaram os filmes, assim apresentavam maior deformação e menor tensão para rompê-los (Tabela 4).

Tabela 3: Resumo da análise de variância aplicada à espessura (ε), solubilidade (S) e permeabilidade ao vapor de água (P_{va}) dos filmes biodegradáveis de mistura de amidos extraídos do fruto-do-lobo e dos rizomas do lírio-do-brejo e glicerol.

Fator	ε		S		P _{va}	
	QM	F	QM	F	QM	F
AFL	0,000	4x10 ⁻⁴ n.s.	368,306	6,814**	2x10 ⁻³	0,010**
AFL ²	0,012	23,223**	180,768	3,344**	0,302	1,755**
G	0,131	300,735**	7.394,821	136,8027**	4,147	24,080**
G ²	0,012	28,118**	56,028	1,037**	2,134	12,393**
AFL x G	0,002	7,657**	1.662,331	30,753**	0,062	0,361**
R ²	0,096		0,070		0,041	

QM – médias dos quadrados
* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.
n.s. = Não-significativo.

Àqueles que possuíam baixa concentração de G eram mais secos e não flexível, por isso, requeria uma alta tensão para rompê-los e apresentavam baixa deformação. (Figura 4).

Figura 4: Relação entre tração e deformação.

Tabela 4: Resultados dos testes mecânicos.

Tratamentos	Espessura média (mm)	Tensão (MPa)	Deformação Máxima (%)	Módulo de Young (MPa)	Força máxima (N)	Distância ruptura (mm)
E ₈ * 5% de G	0,077	21,513	2,995	14,684	48,434	1,198
E ₁₈ * 15% de G	0,0989	0,541	31,678	1,265	17,495	12,671
E ₂₃ * 20% de G	0,1092	0,995	19,205	2,822	7,034	7,682

* Equivale aos filmes elaborados com 50% de AFL e 50% de ALB.

CONCLUSÃO

O ALB e o AFL é uma boa fonte amilácea, já que apresentaram mais de 99% de amido. Os grânulos dos amidos analisados possuem formatos diferentes.

O AFL atingiu primeiro o pico de viscosidade, porém o ALB foi quem apresentou maior tendência a retrogradação, pois possui maior teor de amilose.

Em relação às características dos filmes biodegradáveis, observou-se, em geral, uma boa transparência dos mesmos e nas micrografias a presença de “fantasmas” decorrentes da gelatinização incompleta dos amidos usados.

A espessura foi variada nos filmes, decorrente do processo de elaboração (casting) e da concentração crescente de G. Verificou-se que a concentração de G foi quem exerceu mais efeito no teor de água, solubilidade em água e permeabilidade ao vapor de água dos filmes, aumentando essas propriedades com o aumento da concentração deste plastificante. Estima-se que essa relação é em decorrência do caráter higroscópico do G.

Nas propriedades mecânicas, aqueles que possuíam baixa concentração de G eram mais secos e não flexível, por isso, requeria uma alta tensão para rompê-los.

Estas características dos filmes sugere a aplicação destes materiais como coberturas comestíveis ou como cápsulas de medicamentos que precisam desintegrar totalmente ao entrar em contato com a água.

BIBLIOGRAFIA

1. Huang, S. J.; J. Mat. Sci. - Pure Appl. Chem, A. **1995** 32, 493.
2. Róz, A. L.; Giesse, R.; Polímeros: Ciên. e Tec., **2003**, 13, (4).
3. Olabarrieta, I. Tesis de Doutorado. Royal Institute of Technology, Sweden, **2005**.
4. Association of Official Agricultural Chemists. Official

- methods of analysis of the as-sociation of official agriculture chemists. 17th ed. Washington: AOAC, **2000**. 1094 p.
5. Williams, P.C., Kuzina, F.D., Hlynka, I.; *Cereal Chemistry*. **1970**, 47.
 6. Vigneau, E.; Loisel, C.; Devaux, M.F.; Cantoni, P. *Powder Technol.* **2000**, 107 (3), 243.
 7. Ascheri, D.P.R.; Andrade, C.T.; Carvalho, C.W.P.; Ascheri, J.L.R. *B. CEPPA*, **2006**, 24 (1), p.115.
 8. Yang, L.; Paulson, A. T.; *Food Research Intern.* **2000**, 33 (7), 563.
 9. Gontard, N.; Duchez, C.; CUQ, J. L.; Guilbert, S.; *Int. J. Food Sci. Technol.* **1994**, 29 (1), 39.
 10. Sousa, S. M. A.; *Tese Doutorado*. Universidade Estadual de Campinas, Brasil, **2001**.
 11. Gontard, N.; Guilbert, S.; Cuq, J.L.; *J. Food Sci.* **1992**, 57 (1), 190.
 12. Lunet, N.; Severo, M.; Barros, H.; *Arquimed.* **2006**, 20, (½).
 13. Reyes, F. G. R. et.al.; *Starch/stärke* **1982**, 34 (2), 40.
 14. Hoover, R.; *Carbohydr. Polym.* **2001**, 45 (3), 253.
 15. Hoover, R.; Sinnott, A. W.; Perera, C.; *Starch/stärke.* **1998**, 50, 456.
 16. Leonel, M.; Sarmento, S.B.S.; Cereda, M.P. *Brazilian J. of Food Technol.* **2002**, 5, 151.
 17. Meuser, F.; Wittig, J.; Huster, H.; Oelde, W.; *Starch/Stärke.* **1989**, 41 (4), 225.
 18. Monterrey-Quintero, E. S.; *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Brasil. **1998**.
 19. Sobral, P. J. A.; *Tese de Livre docência*. Universidade de São Paulo, Brasil, **2000**.
 20. Mali, S. *Tese de Doutorado*, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Brasil, **2002**.
 21. Monterrey, E. S.; Sobral, P. J. A.; *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **1999**, 19 (2).
 22. Mali, S.; *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual de Londrina, Brasil, **2002**.
 23. Bertan; *Tese de Mestrado*, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, **2003**.
 24. Park, H. J.; Chinnan, M.; *Journal of Food Engeneering.* **1995**, 25 (4), 497.

Rejane D. P. Mota^{*1}, Diego P. R. Ascheri² & José Luis R. Ascheri³

¹ Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange, Anápolis/GO. CP 355, CEP: 75113-630, Brasil.

² Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO. CEP: 75001-970, Brasil.

³ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas 29501, Rio de Janeiro, CEP 23020-470. Brasil.

* Email: rejane.senai@sistefieg.org.br.