

JOSILANE CORDEIRO COSTA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

josilaneefelix@hotmail.com

ADRIANA NASCIMENTO JUBÉ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

adrianajube@gmail.com

SAMANTHA SALOMÃO CARAMORI

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

samantha.salomao@ueg.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Endereço: BR-153 – Quadra Área

75.132-903 – Anápolis – revista.prp@ueg.br

Coordenação:

GERÊNCIA DE PESQUISA

Coordenação de Projetos e Publicações

Artigo Original

Recebido em: 27/08/2012

Avaliado em: 30/09/2012

Publicação: 20 de Dezembro de 2012

BRACHIARIA DECUMBENS STAPF. (POECEAE) É FONTE DE PEROXIDASES TERMOESTÁVEIS

RESUMO

As plantas são as fontes mais estudadas de peroxidases (EC 1.11.1.7). Neste trabalho foi investigada a atividade de peroxidase em frutos de *Brachiariadecumbens* Stapf. (Poaceae). O extrato bruto foi testado para a atividade de peroxidase quanto ao pH, temperatura de ensaio, tempo de reação, estabilidade térmica e armazenamento, além da capacidade de remoção de compostos fenólicos. Os parâmetros ótimos para a atividade de peroxidase foram: pH 4,0; 45 °C e 45 min para reação. Os extratos mantiveram 100% de sua atividade inicial a 70 °C durante 12 h de incubação e puderam ser armazenados por 60 dias, à temperatura ambiente e a 4 °C sem perda da atividade enzimática. Além disso, a peroxidase de *B. decumbens* foi capaz de remover entre 41 e 46% de compostos fenólicos em amostras de água e de efluente agroindustrial. Estes resultados apontam *B. decumbens* como uma fonte alternativa de peroxidase para aplicações biotecnológicas futuras.

Palavras-Chave: caracterização bioquímica; peroxidase; *Brachiariadecumbens*; termoestabilidade

ABSTRACT

Plants are the largest studied source of peroxidases (EC 1.11.1.7). In this work we studied peroxidase activity of *Brachiariadecumbens* Stapf. (Poaceae) fruits. The crude extract was tested to optimize peroxidase activity (pH, temperature, reaction time, thermal stability and storage stability) and to evaluate the phenol removal capability. The best parameters for peroxidase activity found in those extracts were: pH 4.0; 45 min of reaction time; 45 °C. The extracts presented thermal stability of 100% until 70 °C, during 12 h of incubation and could be stored for 60 days at room temperature and at 4 °C without loss of peroxidase activity. Additionally, *B. decumbens* peroxidase removed 41 to 46 % of phenol compounds in water. These findings suggest *B. decumbens* as an alternative source of peroxidase for future biotechnological applications.

Keywords: biochemical characterization, peroxidase, *Brachiariadecumbens*, thermal stability

1. INTRODUÇÃO

As espécies vegetais constituem fontes inesgotáveis de enzimas para serem aplicadas nas mais diversas áreas do conhecimento. O estudo das propriedades moleculares e catalíticas, do papel dessas enzimas no ciclo de vida das plantas e suas aplicações em nível industrial tem se intensificado desde a sua descoberta no século XIX (ALVES et al., 2002).

As enzimas estão entre os compostos mais estudados em plantas, por causa da versatilidade de aplicações dessas moléculas, que vão desde os estudos de fisiologia vegetal (XU et al., 2008) até as aplicações em exames laboratoriais (CAO et al., 2008). As aplicações de enzimas estão obviamente vinculadas ao mercado mundial e podem ser divididas em aplicações industriais, enzimas para uso médico e enzimas para uso analítico e científico (ABRAHÃO-NETO, 2001).

Os vegetais constituem a fonte mais abundante para enzimas da classe oxidorreductase. A peroxidase (EC 1.11.1.7) faz parte deste grupo e catalisa uma variedade de reações envolvendo transferências de elétrons entre compostos reduzidos (fenólicos, amins aromáticas) e aqueles com maior grau de oxidação, como o H₂O₂ (CHANCE; MAEHLY, 1955).

Numerosos estudos apontam para o papel geral desempenhado pela peroxidase na proteção dos tecidos vegetais a injúrias mecânicas e infecção por patógenos, uma de suas principais funções no ciclo de vida das plantas, estando muitas vezes associada à biossíntese de lignina (KAMIMURA, 2006). Segundo Rabinovich et al. (2004) e Sinsabaugh (2010), a expressão da peroxidase parece ser uma resposta ao estresse oxidativo e à presença de compostos fenólicos. Rossi e Lima (2001) acreditam que essas enzimas estão relacionadas aos mecanismos de defesa das plantas em situações de estresse.

Muitos esforços tem surgido para o estudo aprofundado das potencialidades das peroxidases para aplicações em reações oxidativas e de biodegradação.

O controle da atividade das peroxidases assume grande importância uma vez que essas enzimas estão envolvidas em reações deteriorativas de frutas e vegetais, podendo interferir na qualidade de produtos industrializados e in natura (CARNEIRO et al., 2003; BRITO et al., 2007). Por outro lado, o aproveitamento das reações catalisadas por

oxidorreductases tem sido o foco de pesquisa para a construção de biossensores e para o tratamento de efluentes, etapa que demanda tempo e custo para o processo de produção. A aplicabilidade das enzimas nos processos industriais depende das vantagens que se pode obter com a sua utilização. Para isto é importante que se busque sempre novas fontes de enzimas que apresentem atividade específica elevada, estabilidade térmica e de armazenamento.

No Cerrado, segundo maior bioma brasileiro em extensão e em diversidade biológica, as espécies invasoras mais agressivas estão entre as gramíneas de origem africana, pois o seu estabelecimento neste ambiente encontrou condições ecológicas semelhantes às de seus habitats de origem (PIVELLO et al., 1999). Como exemplo pode-se citar a espécie *Brachiariadecumbens*, presente em todo o bioma Cerrado, especialmente em regiões em que a ação antrópica se torna mais evidente.

A espécie *Brachiariadecumbens* Stapf (Figura 1) possui distribuição cosmopolita. Os representantes da família Poaceae são o principal componente das pastagens incluindo-se aí uma infinidade de espécies forrageiras, sendo que diversas espécies desta família comportam-se como invasoras de culturas. Observações realizadas em campo indicam que *B. decumbens* floresce e frutifica no Cerrado antecipadamente às espécies nativas, o que favorece a sua ocupação no bioma (dados não publicados).

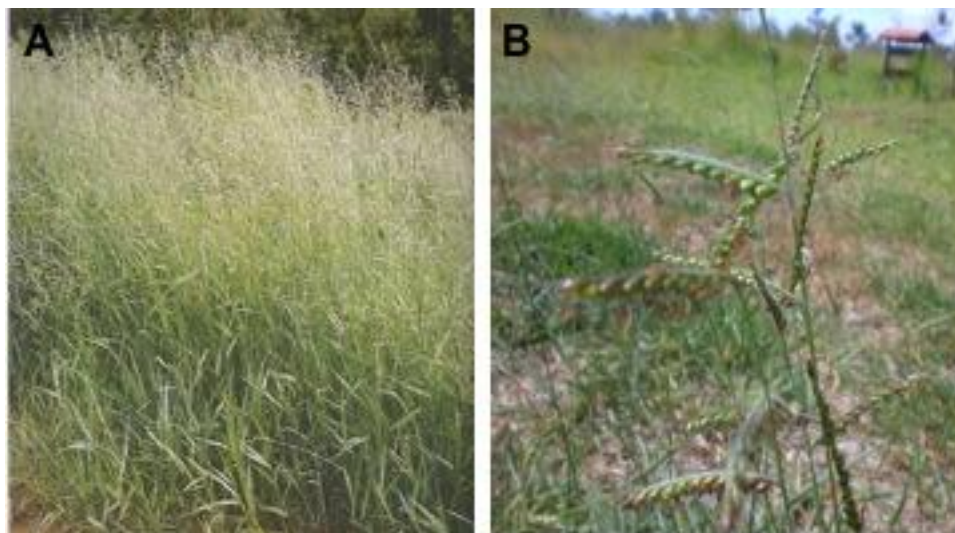


Figura 1: *Brachiariadecumbens* A - Aspecto geral da planta. B - Detalhe para o aspecto geral do fruto.

Segundo Barros et al. (2010), o mecanismo de resistência e colonização de plantas pode estar associado a grupos de enzimas, relacionada à espécie. Pivello (2011) afirma que o metabolismo característico de *B. decumbens* é um fator importante que garantiu o seu sucesso como espécie invasora no Cerrado.

O objetivo deste trabalho foi investigar a atividade de peroxidase em frutos de *Brachiaria decumbens* Stapf e testar a sua utilização para o tratamento de água contendo compostos fenólicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. COLETA DO MATERIAL E PREPARO DO EXTRATO BRUTO

As coletas para a realização deste trabalho foram feitas em uma área de Cerrado sensu stricto no Campus Dr. Henrique Santillo da Universidade Estadual de Goiás, localizado no município de Anápolis - Goiás (16°22'51"S 48°56'43"O). Foram feitas seis coletas entre os anos 2008-2011, utilizando quadrados de madeira de 1,0 m² para definição da área de coleta. Após secagem sob vácuo, os frutos foram triturados em moinho de facas e a farinha resultante foi armazenada em recipientes de polipropileno hermeticamente fechados a -10 °C (freezer).

O extrato bruto foi obtido após a agitação por 60 min a 25°C de 1,0 g de farinha em 10 mL de tampão acetato de sódio 0,1 mol L⁻¹ pH 4,0. A mistura foi centrifugada a 5000 rpm por 10 min e o sobrenadante recolhido foi utilizado para as análises. Todos os experimentos foram feitos em triplicata. Para se obter maior quantidade de peroxidase extraída foi testado o efeito do pH, utilizando-se entre o pH 3,5 e 5,5 o tampão acetato de sódio 0,05 mol L⁻¹; para o pH 6,0 e 6,5 utilizou-se o tampão fosfato de sódio 0,05 mol L⁻¹.

2.2. MEDIDA DA ATIVIDADE DE PEROXIDASE

Os ensaios para a determinação da atividade de peroxidase seguiram a metodologia de Halpin et al. (1989). Para 0,1 mL do extrato bruto foram adicionados 1,4 mL do tampão acetato de sódio 0,1 mol L⁻¹ pH 4,0; 1,0 mL de pirogalol (1,6 mg mL⁻¹) e 0,5 mL de peróxido de hidrogênio (5,0 mmol L⁻¹). Após 1 min de reação, os resultados foram avaliados por medida espectrofotométrica a 420 nm. Uma unidade de enzima (U) foi

definida como a quantidade de enzima necessária para promover o aumento de 0,1 na absorbância após 45 min de reação a 45 °C.

2.3. PARÂMETROS TESTADOS

A medida da atividade enzimática foi testada sob diferentes condições a fim de se otimizar a cinética da reação. Para isto foram estudados o efeito do tempo de incubação entre extrato e substratos entre 1 e 150 min; a temperatura de reação, entre 30 e 65 oC; o pH reação, entre 3,0 e 5,5 (tampão acetato de sódio 0,05 mol L⁻¹) e entre 6,0 e 8,0 (tampão fosfato de sódio 0,05 mol L⁻¹). A estabilidade térmica do material foi avaliada com incubação da amostra a 70 oC e a 92 oC, em intervalos de tempo variando de 5 a 120 min e após o seu resfriamento foram feitas as medidas de atividade residual, conforme mencionado no item 2.2.

A estabilidade ao armazenamento foi testada com medida da atividade enzimática de peroxidase (conforme descrito anteriormente) após o armazenamento da amostra à temperatura ambiente (aproximadamente 27 oC) e a 4oC por até 60 dias.

2.4. TESTES PARA REMOÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Os extratos de peroxidase de *B. decumbens* foram avaliados quanto à capacidade de degradação de compostos fenólicos conforme Akhtar e Husain (2006), com algumas modificações. Inicialmente, 0,1 mL do extrato bruto contendo foi incubado, a 37 oC por 90 min, com soluções de fenol, resorcinole ácido gálico na concentração 1,0 mmol L⁻¹ e peróxido de hidrogênio a 0,75 mmol L⁻¹, preparadas em tampão acetato de sódio 0,05 mol L⁻¹ pH 4,0. Após este período, as amostras com as enzimas foram transferidas para um banho de gelo, a fim de paralisar a reação. Alíquotas de 0,2 mL de cada ensaio foram utilizadas para a medida da concentração residual de compostos fenólicos utilizando-se a metodologia de Lowry et al. (1951). Os resultados foram comparados com controles, que continham 0,2 mL da mistura dos reagentes fenólicos e H₂O₂ em substituição ao extrato enzimático de *B. decumbens*. As provas em branco dos ensaios foram realizadas utilizando água destilada no lugar dos extratos.

A fim de se estudar a capacidade desses sistemas para operação em ambientes poluídos, foi avaliada a ação de degradação de compostos fenólicos em efluentes coletados no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA). As amostras foram divididas em quatro pontos de coleta: o primeiro, localizado na nascente do Córrego da Extrema, que abastece o distrito; o segundo, coletado na ETE-DAIA, antes de receber o tratamento; o terceiro, obtido da porção pós-tratamento, ainda na ETE-DAIA e o quarto ponto, coletado na porção do Córrego da Extrema que recebe o efluente tratado. A medida da capacidade de degradação de compostos fenólicos foi realizada conforme descrito acima, sempre em triplicata. Para todos os experimentos foram medidas as concentrações de compostos fenólicos nessas amostras antes da incubação com os extratos de *B. decumbens*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração de peroxidases nas amostras de *B. decumbens* foi mais eficiente em pH ácido (Figura 2), sendo que entre pH 4,0 e 5,0 observou-se a melhor atividade de peroxidase (80-70 U mL⁻¹). Foi adotado o pH 4,0 como parâmetro de extração para os demais ensaios, considerando a maior atividade que foi observada na obtenção do extrato bruto sob esta condição.

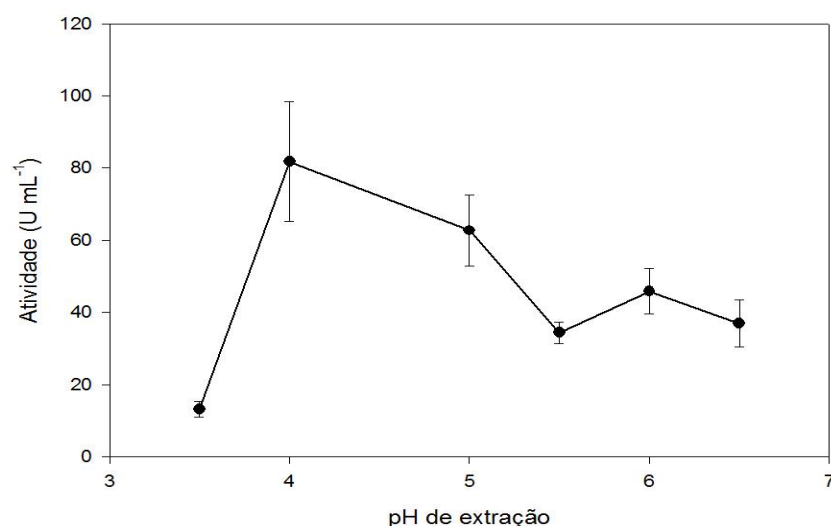


Figura 2. pH ótimo de extração para a atividade de peroxidase em frutos de *Brachiaria decumbens* Stapf. Condições: extrato preparado na proporção de 1,0 g/10 mL⁻¹ de tampão, por 60 min a 25 oC.

Os testes realizados para determinação dos parâmetros cinéticos para a atividade de peroxidase nos extratos estão apresentados na Figura 3. O pH 4,0 (Fig. 3B) foi o que apresentou maior atividade de peroxidase, coincidindo como mesmo pH ótimo observado para a extração. O pH ótimo de reação encontrado para os extratos de *B. decumbens* se assemelha ao de outras peroxidases de diferentes fontes de vegetais, como abacaxi (BRITO et al., 2005), manga e pêssego (KHAN; ROBINSON, 1994; LOURENÇO; NEVES, 1997), com pH ótimo de reação entre 4,5 e 5,0.

O extrato de *B. decumbens* foi testado variando-se o tempo necessário de reação para que a atividade de peroxidase chegasse ao máximo, e isto somente foi evidenciado quando a amostra já estava reagindo por 45 min. Decorrido este tempo, a atividade manteve-se constante (Fig. 3A).

Para a temperatura ótima de reação (Fig. 3C), notou-se que a amostra revelou uma faixa de tolerância térmica bastante promissora para futuros estudos, pois sendo submetida a variações térmicas manteve quase 100 % de atividade entre 45 e 55°C (81,82 U mL⁻¹ a 92 U mL⁻¹). Considerando as condições climáticas da região (temperatura no solo até 40 °C), pode-se observar que a peroxidase de *B. decumbens* deve estar adaptada às condições climáticas do local, pois sua temperatura ótima excede em 15°C ao ambiente. Isto pode auxiliar a compreensão da resistência da planta ao fogo frequente no Cerrado. Todos estes resultados também demonstram que esta espécie pôde passar por uma série de pressões seletivas, que culminou para o processo de sua adaptação em áreas de Cerrado.

A estabilidade ao armazenamento testada dos extratos de *B. decumbens* revelou ser possível encontrar 100% da atividade de peroxidase após 60 dias da produção do extrato, para os materiais armazenados a 4 °C e à temperatura ambiente (aproximadamente 27 °C).

Os experimentos realizados para a medida da termoestabilidade da atividade de peroxidase revelaram que a amostra manteve 100% de sua atividade residual após 2 h de incubação a 70 °C. Elevando-se a temperatura de incubação para 92 °C (temperatura de ebulição da água no local) foi possível observar uma redução de apenas 2,25% da atividade inicial após 1 h de incubação. A tolerância das peroxidases a temperaturas elevadas já foi relatada em outros trabalhos científicos. Zanatta et al. (2006) informaram que peroxidases de goiaba decaíram sua atividade somente em

temperaturas extremas, como 80 oC. O grau de versatilidade destas biomoléculas é tão grande que, por exemplo, alguns testes realizados em laranjas revelaram a capacidade de regeneração destas enzimas após sua incubação em temperaturas entre 70 a 80 oC (BERBICZ; CLEMENTE, 2001).

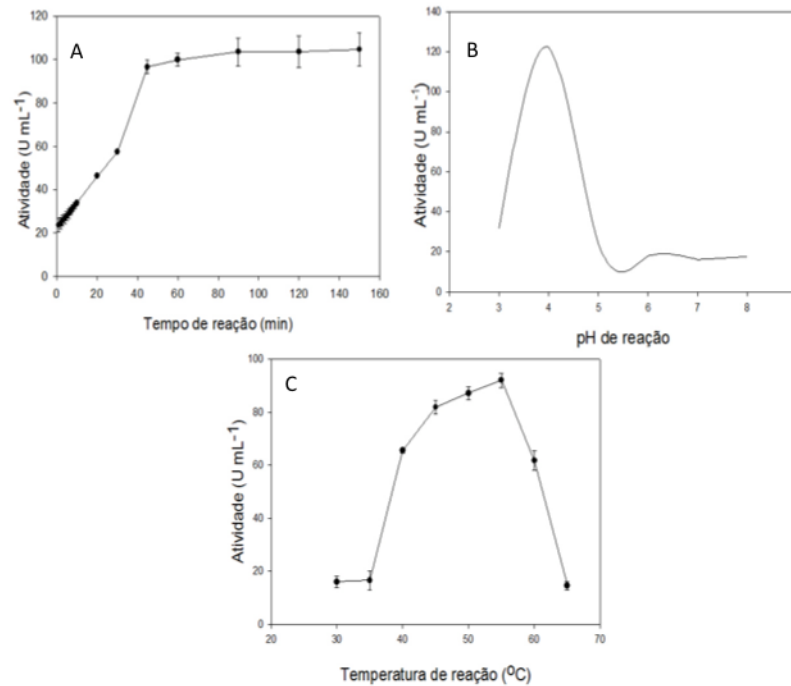


Figura 3. Parâmetros cinéticos da peroxidase de *Brachiaria decumbens* Stapf. A: tempo de reação; B: pH de reação; C: temperatura de reação.

A termoestabilidade das peroxidases de espécies de clima tropical demonstra a sua adaptação ao ambiente que a planta ocupa. Os tratamentos térmicos para inativação enzimática são ineficazes para inibição dos processos de escurecimento de frutos para a indústria alimentícia, conforme relataram Carneiro et al.(2003). Por outro lado, dependendo da aplicabilidade que se deseja, é possível tirar proveito desta característica na utilização dessas enzimas em larga escala. Isto é interessante, porque os processos industriais necessitam de prazos de estocagem (tempo de prateleira) extensos e materiais que resistam ao transporte em condições variadas. Uma enzima que seja altamente termo-resistente pode chegar ao consumidor com 100% de sua atividade mesmo sem condições especiais de armazenamento, o que reduz os custos para a sua comercialização.

A incubação dos extratos de *B. decumbens* com as amostras de efluente coletadas no DAIA resultou em degradação de compostos fenólicos em todos os materiais coletados (Tabela 1). É importante destacar o papel que as peroxidases contidas nos extratos desempenharam sobre as amostras de efluente já tratado, reduzindo em até 43,16% o total de compostos fenólicos presentes nesse meio. Akhtar e Husain (2006) estudaram o efeito da peroxidase de *Momordicacharantia* sobre a redução de misturas de compostos fenólicos em condições laboratoriais controladas (pH, concentração dos compostos fenólicos e de peróxido de hidrogênio). Os autores obtiveram desempenho semelhante apenas quando utilizaram a enzima na forma imobilizada, enquanto que a forma solúvel foi capaz de remover entre 12 e 32% dos poluentes. Sob condições semelhantes de pH e concentração de fenóis utilizados por Akhtar e Husain (2006), os extratos de *B. decumbens* foram capazes de degradar resorcinol (35%), fenol (36,48%) e ácido gálico (88,8%).

Tabela 1 - Capacidade de degradação de compostos fenólicos do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA).

Amostra	Capacidade de degradação após 90 min (%)	Capacidade de degradação após 16 h (%)
Córrego	31,658 ± 3,59	41,58 ± 5,78
Efluente bruto	31,611 ± 1,49	46,8 ± 1,41
Efluente tratado	31,818 ± 0,79	43,16 ± 5,8
Córrego após descarte do efluente	27,04 ± 1,77	44,24 ± 1,42

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos através deste estudo para a *B. decumbens* foi possível verificar que as peroxidases, podem estar intimamente ligadas a fatores que controlam o processo de adaptação dessa espécie bem como para a disseminação da mesma em áreas de Cerrado.

Considerando a abundância e a facilidade de reprodução de *B. decumbens*, somadas às características cinéticas das peroxidases extraídas da planta, é interessante que novos estudos, com ênfase em aplicações biotecnológicas mais diretas, sejam conduzidos, a fim de se explorar o potencial desta espécie.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO-NETO, J. Algumas aplicações de enzimas. In: LIMA, A.U.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. *Biologia Industrial*, v. 3, São Paulo: Blucher, 2001. Cap. 19, p.405-412.
- AKHTAR, S.; HUSAIN, Q. Potential applicattions of immobilized bitter gourd (*Momordicacharantia*) peroxidase in the removal of phenols from poluent water. *Chemosphere*, v.65, n.7, p. 1228-1235, 2006.
- ALVES, M.H.; CAMPOS-TAKAKI, G.M.; PORTO, A.L.F. Screening of *Mucorspp.* for the production of amylase, lipase, polygalacturonase and protease. *BrazilianJournalofMicrobiology*, v.33, n.4, p.325-330, 2002.
- ALVIM, K.C.; CLEMENTE, E. Estudo da termoestabilidade de peroxidases extraídas da polpa e casca da mexerica (*Citrus deliciosa*). *Acta Scientiarum*, v. 20, n.2, p. 201-205, 1998.
- BARROS, F.C.; SAGATA, E. ; FERREIRA, L.C.C.; JULIATTI, F.C. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. *BioscienceJournal*,v. 26, n. 2, p. 231-239, 2010.
- BERBICZ, F.; CLEMENTE, E. Avaliação da termoestabilidade e da regeneração da atividade da peroxidase extraída de laranja (*Citrus*spp.). *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 5, p. 1239-1242, 2001.
- BRITO, C.A.K. ; SATO, H.H.; SPIRONELLO, A.; SIQUEIRA, W.J. BRITO, C.A.K. ; SATO, H.H.; SPIRONELLO, A.; SIQUEIRA, W.J. Abacaxi IAC Gomo-de-mel (*Ananascomosus* (L.) Merrill): da cultivar IAC Gomo-de-mel e do clone IAC-1. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 2,p. 244-249, 2005.
- BRITO, C.A.K. ; SATO, H.H.; SPIRONELLO, A.; SIQUEIRA, W.J. Abacaxi IAC Gomo-de-mel (*Ananascomosus* (L.) Merrill): características da polpa e da peroxidase do suco. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 257-266, 2007.

CHANCE, B., MAEHLY, A.C. Assay of catalase and peroxidase. *Methods in Enzymology*, v. 2, p. 764-775, 1955.

CAO, Z. ; JIANG, X. ; XIE, Q.; YAO, S. A third-generation hydrogen peroxide biosensor based on horseradish peroxidase immobilized in a tetrathiafulvalene tetracyanoquinodimethane/multiwalled carbon nanotubes film. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 24, n. 2, p. 222-227, 2008.

CARNEIRO, C.E.A.; ROLIM, H.M.V.; FERNANDES, K.F. Estudo das atividades de peroxidases e polifenoloxidase de guariroba. (*Syagrus oleracea* Becc) sob a ação de diferentes inibidores. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, v. 25, n. 1, p. 189-193, 2003.

HALPIN, B.; Pressey, R.; Jen, J.; Mondy, N. Purification and Characterization of Peroxidase Isoenzymes from Green Peas (*Pisum sativum*). *Journal of Food Science*, v. 54, n. 3, p. 644-649, 1989.

KAMIMURA, G.K.F. Isolamento, purificação e caracterização da peroxidase de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). Araraquara, 2006, 114p., Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

KHAN, A.A.; ROBINSON, D.S. Hydrogen donor specificity of mango isoperoxidases. *Food Chemistry*, v. 49, n. 4, p. 407-410, 1994.

LOURENÇO, E.J.; NEVES, V.A. Peroxidase solúvel de pêssego: Purificação parcial e propriedades. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 1, p. 42-48, 1997.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A.L.; Randall, R. J. X. Protein measurement with the Folin-Phenol reagents. *Journal of Biological Chemistry*, v. 193, p. 265-275, 1951.

PIVELLO, V. R. Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. *Ecologia.info*, v. 33. Disponível em: <<http://www.ecologia.info/cerrado.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

PIVELLO, V. R.; CARVALHO, V.; LOPES, P. PECCININI, A.; ROSSO S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a Cerrado (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica*, v. 31, n. 1, p. 72-82, 1999.

RABINOVICH, M.L.; BOLOBOVA, A.V.; VASILCHENKO, L.G. Fungal decomposition of natural aromatic structures and xenobiotics: A review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, v. 40, p. 1-17, 2004.

ROSSI, C.; LIMA, G.P.P. Cádmio e a atividade de peroxidase durante a germinação de sementes de feijoeiro. *Scientia Agricola*, v. 58, n. 1, p.197-199, 2001.

SINSABAUGH, R. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 42, p. 391-404, 2010.

XU, W.T.; PENG, X.L.; LUO, Y.B.; WANG, J.A.; GUO, X.; HUANG, K.L. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on "Redglobe" grape. *Food Science Technology*, v. 42, n. 2, p. 471-476, 2008.

ZANATTA, C.L.; ZOTARELLI, M.F.; CLEMENTE, E. Peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 705-708, 2006.

Josilane Cordeiro Costa - Graduada em Ciências Biológicas - modalidade licenciatura pela Universidade Estadual de Goiás.

Adriana Nascimento Jubé - Graduada em Ciências Biológicas - modalidade licenciatura pela Universidade Estadual de Goiás.

Samantha Salomão Caramori - Doutora em Ciências Biológicas (Biotecnologia) pela Universidade Federal de Pernambuco, atualmente é professora na Universidade Estadual de Goiás, UnUCET, e atua na área de Bioquímica, com ênfase em Enzimologia.