BBEST 2017

Brazilian BioEnergy Science and Technology Conference

DESIGNING A SUSTAINABLE BIOECONOMY

Campos do Jordão, 17 a 19 de Outubro de 2017

SAVE THE DATE

Advances in International and Brazilian Bioenergy Research

A Science and Policy Conference

Designing a Sustainable Bioeconomy

BIOMASS
Focus on sugarcane and other energy crops, including genomics, biochemistry, cell biology, physiology, plant breeding and farming technologies

BIOEFUEL TECHNOLOGIES
Focus on Processing and Engineering

BIOREFINERIES
Integrated focus on sugarchemistry, alcoholchemistry and bio-based chemicals

ENGINES
Focus on biofuel applications for motor vehicles including aviation

SUSTAINABILITY AND IMPACTS
Focus on social, economic and environmental studies, policy

http://bbest.org.br
Information: bbest@bbest.org.br

FAPESP WEEK MONTEVIDEO

COOPERACIÓN CIENTÍFICA EN AMÉRICA DEL SUR

FAPESP

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

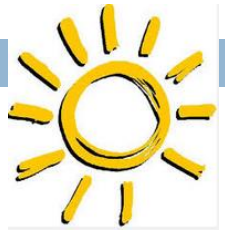
17 y 18 de noviembre
Universidad de la República (Udelar)
Montevideo, Uruguay

Sustentabilidade do etanol: emissão de gases de efeito estufa associados à produção de cana-de-açúcar

Heitor Cantarella
Instituto Agronômico de Campinas (IAC)

129 anos IAC INSTITUTO AGRONÔMICO

Bioenergia: energia renovável recicla o CO_2



$CO_2 + H_2O$

Fotossíntese

Energia solar estocada na biomassa

$E + CO_2 + H_2O$

Energia (biocombustível, Tradicional biomassa) usada de diferentes

A bioenergia seria neutra em termos de CO_2 mas…

- **Gasta-se energia (geralmente fóssil) e emite-se CO_2 para:**
  - **Produzir insumos e agroquímicos para a agricultura**
  - **Combustíveis nas operações agrícolas**
  - **Processar a matéria prima (biocombustíveis ou biomassa tradicional)**
  - **Transportar (matérias primas, produtos agrícolas, produtos processados etc)**

Emissões de N_2O com o uso de fertilizantes N podem negar benefícios de biocombustíveis?

Atmos. Chem. Phys., 8, 389–395, 2008
www.atmos-chem-phys.net/8/389/2008/
© Author(s) 2008. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 3.0 License.

Atmospheric Chemistry and Physics

N_2O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels

P. J. Crutzen[1,2,3], A. R. Mosier[4], K. A. Smith[5], and W. Winiwarter[3,6]

Fator de emissão (FE) calculado 3-5% do N aplicado

IPCC 1%

Com esses FEs biocombustíveis de várias culturas não seriam sustentáveis. Cana ainda permitiria redução no balanço de GEE

Cana-de-açúcar: GEE, Balanço de Energia vs Fertilizantes N

- **Fertilizantes N respondem por:**
  - **25% da energia usada para produzir cana-de-açúcar no campo *(Boddey et al., 2008)***
  - **40% dos GEE emitidos para produzir etanol *(Lisboa et al., 2011)***
    - **Fator de emissão médio do N_2O em cana 3.9% do N fertilizante utilizado (baseado em dados da Australia, Havaí e Brazil)**

N_2O é emitido por reações naturais do ciclo do N no solo

Nitrificação (aeróbia): $NH_4^+ \longrightarrow NO_3^-$ (reações intermediárias: N_2O)

Desnitrificação (anaeróbia) : $NO_3^- \longrightarrow N_2O \quad N_2$

Boddey et al. (2008) Renewable Energy Systems: Environmental and Energetic Issues. D. Pimentel. New York, Springer. p.321-356

Lisboa et al. (2011). Global Change Biology Bioenergy **3**: 277-

Emissões de N_2O afetadas por fertilizantes & manejo de resíduos

Vários grupos de pesquisa passaram a estudar GEE em cana

A comunidade científica respondeu ao desafio

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

Nitrous oxide emission related to ammonia-oxidizing bacteria and mitigation options from N fertilization in a tropical soil

Received: 28 January 2016
Accepted: 04 July 2016
Published: 27 July 2016

Johnny R. Soares[1,2,*], Noriko A. Cassman[1,*], Anna M. Kielak[1], Agata Pijl[1], Janaína B. Carmo[3], Kesia S. Lourenço[1,2], Hendrikus J. Laanbroek[1,4], Heitor Cantarella[2] & Eiko E. Kuramae[1]

Nitrous oxide emission from N fertilizer and vinasse in sugarcane

Heitor Cantarella[1], Késia Silva Lourenço[1], Johnny R. Soares[1], Janaína B. Carmo[2], Andre C. Vitti
Raffaella Rossetto[3], Zaqueu F. Montezano[1], Eiko E. Kuramae[4]

7th International Nitrogen Initiative Conference (INI 2016)
4–8 DECEMBER 2016
MELBOURNE CRICKET GROUND | VICTORIA | AUSTRALIA

GLOBAL CHANGE BIOLOGY BIOENERGY

GCB Bioenergy (2016) 8, 867–879, doi: 10.1111/gcbb.12284

Exploring soil microbial 16S rRNA sequence data to increase carbon yield and nitrogen efficiency of a bioenergy crop

LEONARDO M. PITOMBO[1,2,3], JANAÍNA B. DO CARMO[3], MATTIAS DE HOLLANDER, RAFFAELLA ROSSETTO[4], MARYEIMY V. LÓPEZ[5], HEITOR CANTARELLA[2] and EIKO E. KURAMAE[1]

Sugar Tech (Apr-June 2014) 16(2):174–179
DOI 10.1007/s12355-013-0271-4

RESEARCH ARTICLE

Sugarcane Crop Residue Increases N_2O and CO_2 Emissions Under High Soil Moisture Conditions

Vitor Paulo Vargas · Heitor Cantarella · Acácio Agostinho Martins · Johnny Rodrigues Soares · Janaína Braga do Carmo · Cristiano Alberto de Andrade

Journal of Environmental Quality SPECIAL SECTION
IMPROVING NITROGEN USE EFFICIENCY IN CROP AND LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS

Enhanced-Efficiency Fertilizers in Nitrous Oxide Emissions from Urea Applied to Sugarcane

Johnny R. Soares, Heitor Cantarella,* Vitor P. Vargas, Janaina B. Carmo, Acácio A. Martins, Rafael M. Sousa, and Cristiano A. Andrade

GLOBAL CHANGE BIOLOGY BIOENERGY

GCB Bioenergy (2013) 5, 267–280, doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01199.x

Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation

JANAINA BRAGA DO CARMO*, SOLANGE FILOSO†, LUCIANA C. ZOTELLI‡§, ERACLITO R. DE SOUSA NETO¶, LEONARDO M. PITOMBO*, PAULO J. DUARTE-NETO‡‡, VITOR P. VARGAS‡, CRISTIANO A. ANDRADE‖, GLAUBER J. C. GAVA**, RAFFAELLA ROSSETTO††, HEITOR CANTARELLA‡, ANDRÉ E. NETO§ and LUIZ A. MARTINELLI¶

Environmental Science & Technology
Article
pubs.acs.org/est

Nitrous Oxide and Methane Fluxes Following Ammonium Sulfate and Vinasse Application on Sugar Cane Soil

Debora da S. Paredes,[†] Bruno J. R. Alves,[*,‡] Marco A. dos Santos,[†] Denizart Bolonhezi,[§] Selenobaldo A. C. Sant'Anna,[‡] Segundo Urquiaga,[‡] Magda A. Lima,[||] and Robert M. Boddey[‡]

Nutr Cycl Agroecosyst (2014) 98:41–55
DOI 10.1007/s10705-013-9594-5

ORIGINAL ARTICLE

Nitrous oxide emission and ammonia volatilization induced by vinasse and N fertilizer application in a sugarcane crop at Rio de Janeiro, Brazil

Débora da Silva Paredes · Ana Carolina da R. Lessa · Selenobaldo A. C. de Sant'Anna · Robert M. Boddey · Segundo Urquiaga · Bruno J. R. Alves

Environ. Res. Lett. 8 (2013) 015013 (9pp) doi:10.1088/1748-9326/8/1/015013

N_2O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil

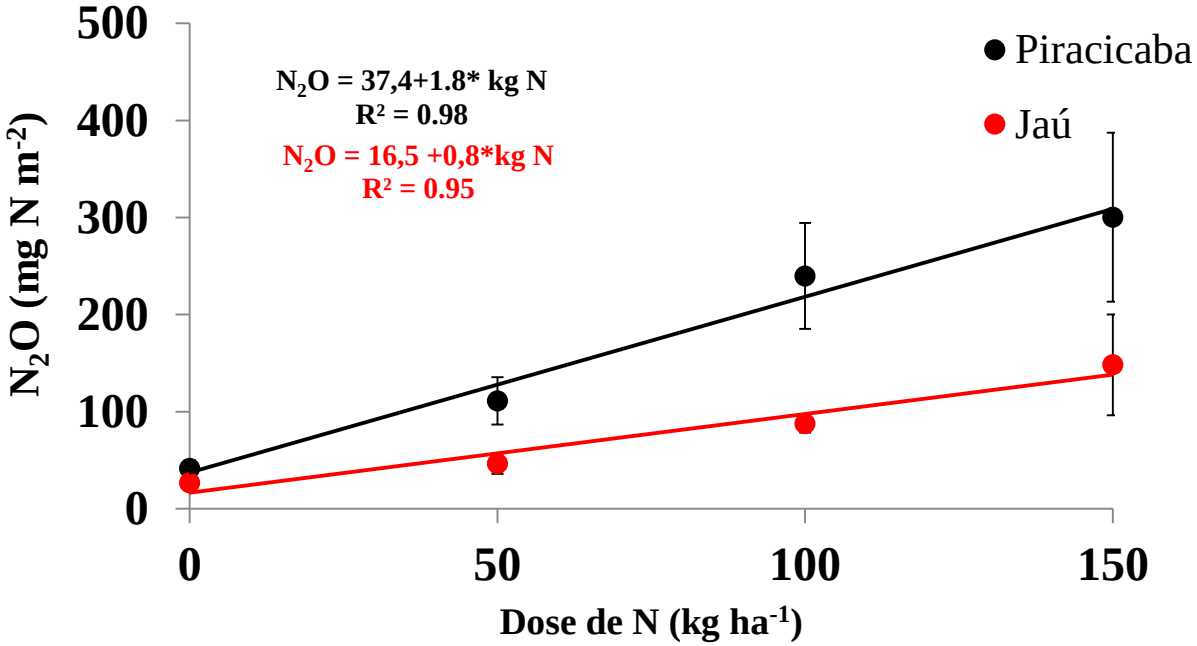
D Signor[1,2], C E P Cerri[2] and R Conant[3,4]

GLOBAL CHANGE BIOLOGY BIOENERGY
GCB Bioenergy (2015), doi: 10.1111/gcbb.12251

Direct N_2O emission factors for synthetic N-fertilizer and organic residues applied on sugarcane for bioethanol production in Central-Southern Brazil

MARCOS SIQUEIRA NETO[1], MARCELO V. GALDOS[2], BRIGITTE J. FEIGL[1], CARLOS E. P. CERRI[3] and CARLOS C. CERRI[1]

Emissão de N_2O em cana em São Paulo



Fatores de emissão (% do N aplicado):
Piracicaba: 0,3%
Jaú: 0,1%

IPCC: 1%

N-N_2O em função da quantidade de N aplicada em dois locais do estado de São Paulo: Piracicaba (110 dias de avaliação) e Jaú (80 dias de avaliação).

Fonte: Vargas (2013)

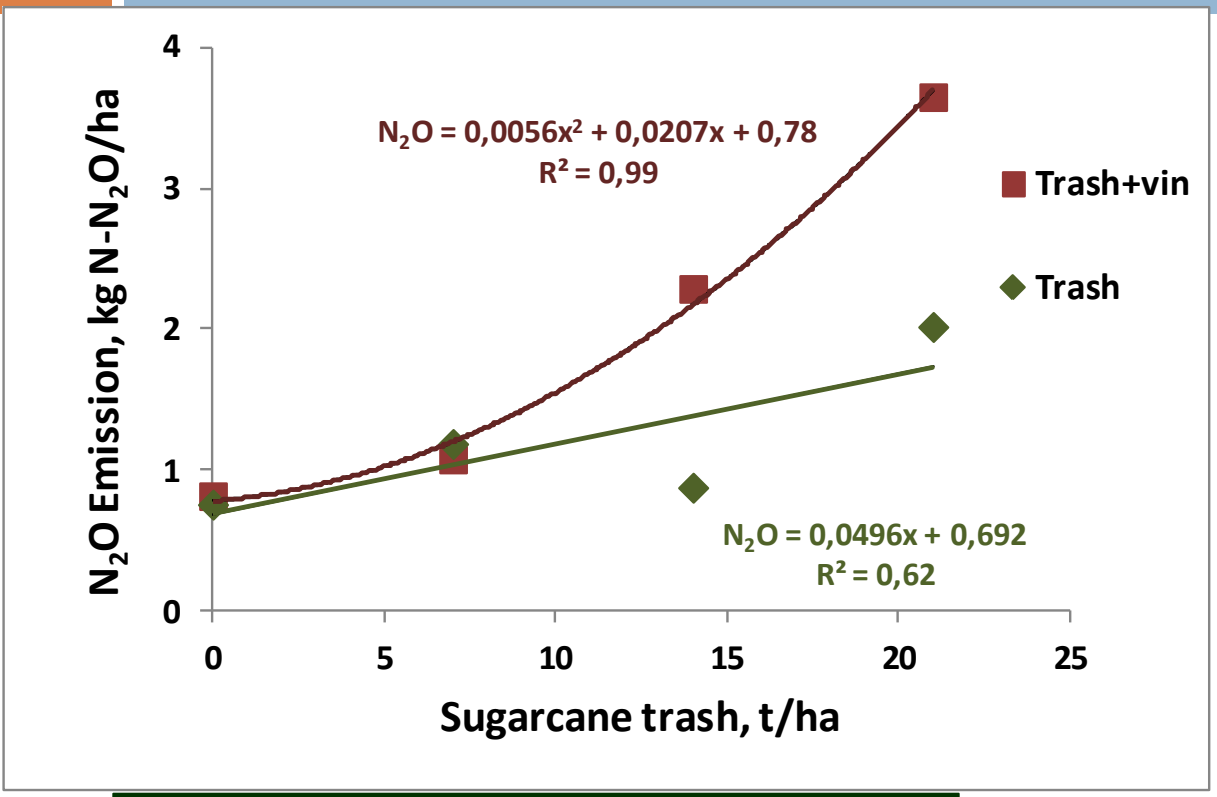
Fatores de emissão de N_2O de fertilizantes nitrogenados aplicados à cana-de-açúcar (Brasil)

Fonte	Fator de emissão de N-N_2O (%)	Observação	Referência
SA	0,27 – 0,36	Argiloso	Vargas et al. (2014)
NA	0,55 – 0,74	Argiloso	Vargas et al. (2014)
SA	0,07 – 0,10	Textura média	Vargas et al. (2014)
NA	0,19 – 0,25	Textura média	Vargas et al. (2014)
UR	0,69; 0,75, 1,68	Sem palha	Soares et al. (2015; 2016)
UR	1,11	Cana planta	Carmo et al. (2013)
NA	0,68 – 0,96	Soca, palha	Carmo et al. (2013)
NA	0,21	Sem palha	Pitombo et al. (2015)
NA	1,06	Palha	Pitombo et al (2015)
NA	0,08 – 0,52 (x=0,24)	Palha	Lourenço et al (2016)
UR	0,3 – 2,3 (x = 1,1)	Planta	Pitombo et al (2016, np)
NA	0,1 – 0,7 (x = 0,4)	Planta	Pitombo et al (2016, np)
NA	0,24 – 0,44 (x = 0,34)	60 e 100 kg/ha	Siqueira Neto et al (2015)
UR	0,52 – 0,68 (x = 0,60)	60 e 100 kg/ha	Siqueira Neto et al (2015)
UR	0,2	Soca, palha	Paredes et al. (2014)
SA	0,6	Soca, palha	Paredes et al. (2015)
N= 27	X = 0,58		

FE médio de 0,58%, abaixo do valor de referência do IPCC (1%)

FE de ureia tende a ser maior do que

Presença de palha e vinhaça aumentam as emissões de GEE



Emissões de N_2O de fertilizantes nitrogenados em cana está na faixa de valores do IPPC, mas a adição de resíduos orgânicos (normalmente usados) causam aumentos nessas emissões.

Remoção de toda ou parte da palha (para energia) pode evitar ou minorar as altas emissões de N_2O

Vinhaça e palha aumentam emissão de N_2O de fertilizante:
Palha: 0,04% por t/ha palha
Palha+Vinhaça: 0,12% por t/ha

GLOBAL CHANGE BIOLOGY BIOENERGY
GCB Bioenergy (2012), doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01199.x

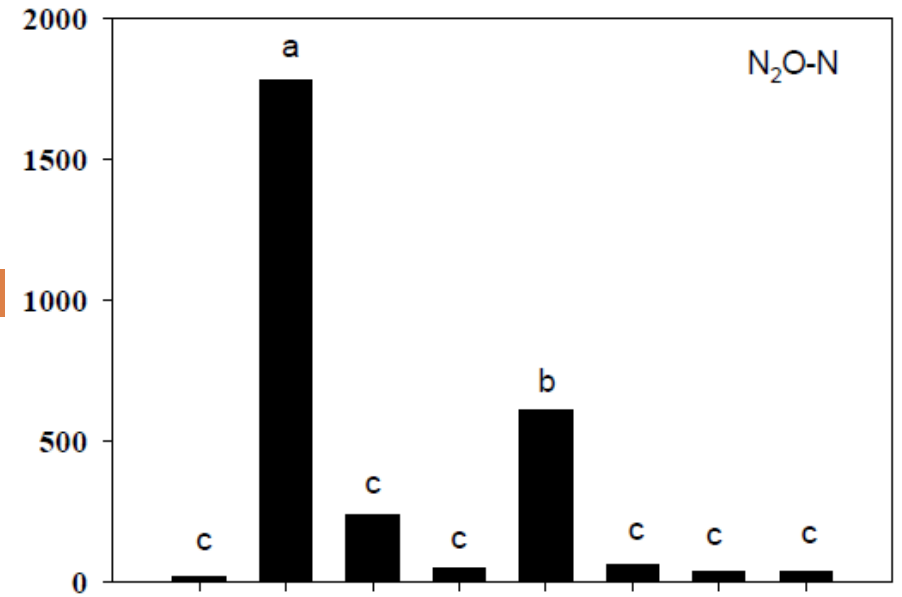
Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation

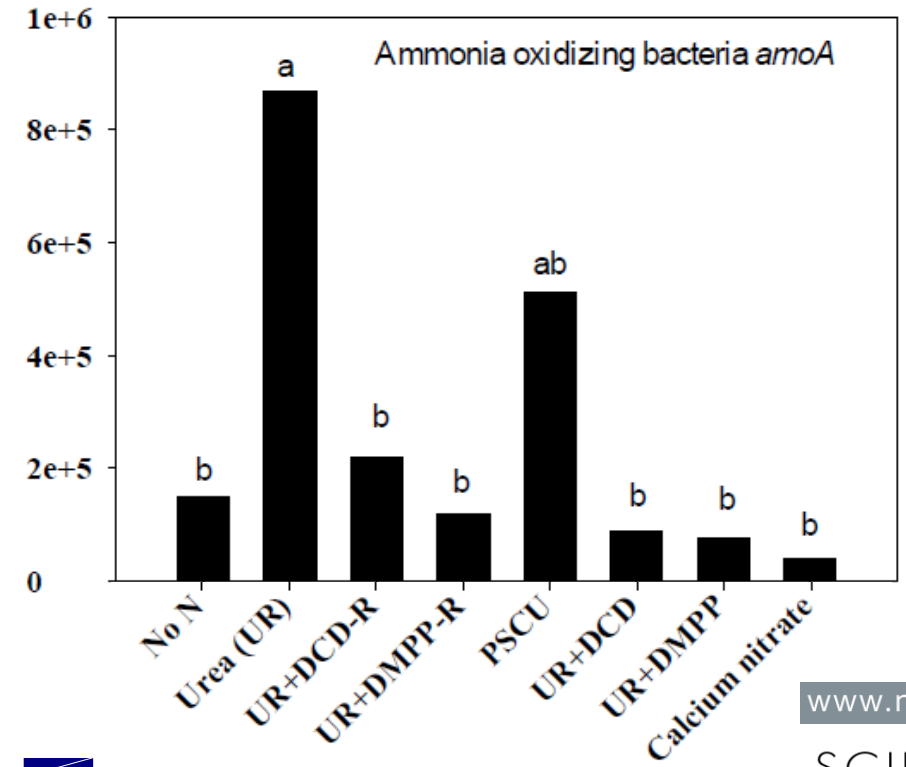
JANAINA BRAGA DO CARMO*, SOLANGE FILOSO†, LUCIANA C. ZOTELLI‡§, ERACLITO R. DE SOUSA NETO¶, LEONARDO M. PITOMBO*, PAULO J. DUARTE-NETO‡‡, VITOR P. VARGAS‡, CRISTIANO A. ANDRADE‖, GLAUBER J. C. GAVA**, RAFFAELLA ROSSETTO††, HEITOR CANTARELLA‡, ANDRÉ E. NETO§ and LUIZ A. MARTINELLI¶

Fatores de emissão de N_2O de subprodutos da indústria da cana-de-açúcar

Subproduto	Fator de emissão de N-N_2O (% do N)	FE Médio	Fonte
Torta de filtro	1,10	X = 0,62	Carmo et al (2013)
	0,13		Siqueira Neto et al (2015)
Vinhaça	1.86 – 2,75	X = 1,77	Pitombo et al (2015)
	0,07-1,84		Lourenço et al (2016)
	1,04-2,20		Paredes et al. (2015)
	2,50		Paredes et al. (2014)
	2,99		Carmo et al (2013)
	0,65		Siqueira Neto et al. (2015)
Vinhaça concentrada	0,18 – 0,57 (0,33)	X = 0,93	Lourenço et al. (2016)
	1,36 – 1,68		Pitombo et al. (2015)

Muita variação. Vinhaça geralmente acima do valor de referência do





Treatments	N_2O-N			
	g ha^{-1}	log*	% N applied†	Reduction (%)
No N	286	2.4 C	-	-
UR	2301	3.4 A	1.68	-
UR+DCD-R	531	2.7 B	0.20	88
UR+DMPP-R	350	2.5 C	0.05	97
PSCU	2165	3.3 A	1.57	7
UR+DCD	410	2.6 Bc	0.10	94
UR+DMPP	353	2.5 C	0.06	97
Calcium Nitrate	329	2.5 C	0.04	98
P value		<0.00001		

DESVENDANDO PROCESSOS MICROBIANOS

$Ca(NO_3)_2$: emissões de N_2O muito baixas
Emissões de N_2O correlacionadas com genes amoA, mas não com genes desnitrificadores (nirK, nirS, nosZ)

Bactérias nitrificadoras foram as mais

Soares et al, 2016

www.nature.com/scientificreports

SCIENTIFIC REPORTS

Nitrous oxide emission related to ammonia-oxidizing bacteria and mitigation options from N fertilization in a tropical soil

Johnny R. Soares[1,2,*], Noriko A. Cassman[1,*], Anna M. Kielak[1], Agata Pijl[1], Janaína B. Carmo[3], Kesia S. Lourenço[1,2], Hendrikus J. Laanbroek[1,4], Heitor Cantarella[2] & Eiko E. Kuramae[1]

Comentários finais

- **Importantes avanços no conhecimento sobre emissões de GEE em cana-de-açúcar nos 5 últimos anos**
- **GEE na produção: Cana no Brasil é sustentável.**
  - **Emissões de N_2O abaixo da referência do IPCC**
  - **Mas, fatores de emissão de N_2O em vinhaça são altos**
- **Medidas mitigadoras estão sendo pesquisadas e propostas**

MUITO OBRIGADO

Heitor Cantarella

cantarella@iac.sp.gov.br