

*O texto a seguir é uma publicação da revista bilingue  
Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba,  
para fins de divulgação científica.*

*The following story is part of the bilingual magazine  
Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba,  
for the purpose of scientific outreach.*

*Acesse aqui a edição completa/  
Follow the link to access  
the full magazine:*



## **BACTERIÓFAGOS SÃO ALTERNATIVA**

no combate às bactérias multirresistentes

## **BACTERIOPHAGES ARE AN ALTERNATIVE**

in the fight against multiresistant bacteria

**Por/By: Guilherme Profeta  
Foto/Photo: Paulo Ribeiro**



O professor Victor Balcão manuseia bactérias no ambiente controlado de uma capela de segurança biológica, no PhageLab, da Uniso  
Professor Victor Balcão manipulates bacteria within the controlled environment of a biosafety cabinet, at Uniso's PhageLab

A caba de começar o turno da noite no laboratório do Instituto Nacional da Ciência da Saúde (INCS), no hospital Santa Casa de Misericórdia de Sorocaba. Um nível abaixo do solo, apenas três funcionários ocupam-se silenciosamente de seus afazeres. É possível ouvir o leve chiado das lâmpadas fluorescentes e o balançar constante de um agitador preenchido de tubos de ensaio. Na sala ao lado, sobre a bancada da Microbiologia, aguarda uma amostra de secreção traqueal colhida de uma paciente da Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), de 59 anos, vítima do que tudo indica ser uma pneumonia bacteriana.

A amostra é transferida para uma placa de Petri e segue para uma estufa. No dia seguinte, o crescimento da colônia de bactérias já é visível a olho nu. Começa então uma série de testes bioquímicos, que vão direcionando a identificação da espécie, até que seja possível saber, finalmente, quem é o culpado.

A bactéria identificada é uma velha conhecida do pessoal do laboratório: a *Pseudomonas aeruginosa*. Segundo a biomédica Maria Inês Migliorini Vernaglia, na época a coordenadora técnica do INCS, considerando-se as culturas do hospital, as *Pseudomonas* representam de 10 a 20% dos microrganismos identificados. Ela é realmente muito comum.

“De modo geral, a *Pseudomonas* não representa um risco para pessoas num bom estado de saúde, como acontece, na verdade, com a maior parte das bactérias. Ela é problemática, em primeiro lugar, para pacientes hospitalizados, principalmente nas UTIs, que normalmente estão com as vias respiratórias expostas”, diz ela.

De fato, pesquisas apontam que, nas UTIs brasileiras, a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* é o patógeno que mais causa pneumonias nosocomiais, como são chamadas as infecções adquiridas em ambiente hospitalar, em que os pacientes, já com os sistemas imunológicos comprometidos (como idosos), estão mais sujeitos a infecções. Isso se dá devido à resistência da *Pseudomonas aeruginosa* a um grande número de antibióticos e antissépticos. A pneumonia, uma moléstia pulmonar que afeta os alvéolos e os tecidos circundantes, é uma infecção nosocomial recorrente, configurando a sexta causa mais frequente de morte, além de ser, dentre as infecções mortais, a que mais normalmente se adquire num contexto hospitalar.

“O verdadeiro problema”, continua Vernaglia, “ocorre quando a *Pseudomonas* adquire resistência aos antibióticos que temos disponíveis.”

The night shift has just begun at the National Institute of Health Science’s lab, at the Santa Casa de Misericórdia Hospital, in the city of Sorocaba. One floor below the ground, only three employees perform their tasks quietly. It is possible to hear a slight buzz coming from the fluorescent lamps, and the constant motion of a testing tubes stirrer. In the room next door, a sample of tracheal secretion rests on the Microbiology desk, after being collected from a 59-year old female patient from the intensive care unit (ICU), victim of what seems to be bacterial pneumonia.

The sample is transferred to a Petri dish, and then goes to an incubator. The next day, the growth of the bacteria colony is already visible to the naked eye. So, a series of biochemical tests begins, guiding the species identification, until it is possible to finally know the exact one to blame.

The identified bacterium is an old acquaintance of the lab staff: the *Pseudomonas aeruginosa*. According to Maria Inês Migliorini Vernaglia, back then the biomedical scientist in charge of the lab, considering all hospital cultures, *Pseudomonas* represent 10 to 20% of the microorganisms that are identified. It is quite common indeed.

“In general, *Pseudomonas* does not pose a risk to people in a good health condition, like most bacteria actually. It is problematic, in the first place, for ICU patients, who normally have their respiratory tracts exposed,” she says.

In fact, researches show that, in Brazilian ICUs, the bacterium *Pseudomonas aeruginosa* is the pathogen that causes most of the cases of nosocomial pneumonias, namely those infections that are acquired in a hospital environment, in which patients with compromised immune systems (such as the elderly) are more susceptible to infections. This is due to the resistance of *Pseudomonas aeruginosa* to a large number of antibiotics and antiseptics. Pneumonia, a lung disease that affects the alveoli and surrounding body tissues, is a recurrent hospital-acquired infection, which makes it the sixth most frequent cause of death, besides being, among the mortal infections, the most commonly acquired in a hospital context.

“The real problem,” Vernaglia goes on, “is when *Pseudomonas* develops resistance to the antibiotics that we have available.”



Foto/Photo: Guilherme Profeta

Colônias de bactérias são cultivadas de modo a possibilitar a identificação de espécies  
Colonies of bacteria are cultivated in order to enable species identification

Uma vez identificada a bactéria, o próximo teste serve justamente para definir a quais antibióticos ela é sensível. Numa nova placa de Petri, coberta por uma cultura da *Pseudomonas*, são inoculados os diversos antibióticos disponíveis, para identificar quais são capazes de barrar o avanço da colônia. As bactérias sensíveis costumam reagir a várias das drogas; já as multirresistentes, ou MDR (*multi-drug resistant*, na sigla em inglês), não apresentam qualquer regressão no volume de suas colônias.

No caso da cultura em questão, a bactéria é sensível a apenas dois dos antibióticos, o que significa que se trata de um organismo multirresistente. No caso da paciente em questão, a opção é usar um dos dois antibióticos químicos aos quais foi comprovada a sensibilidade. Porém, caso o organismo dela não reaja a nenhum dos tratamentos, então os médicos estarão sem outras opções.

Em todo o mundo a *Pseudomonas aeruginosa* é uma das bactérias que vem ganhando resistência aos tratamentos disponíveis, um fenômeno assustador que,

Once the bacteria are identified, the next test is intended to define to which antibiotics they are sensitive. In a new Petri dish, covered by a microbiological culture of *Pseudomonas*, the many available antibiotics are inoculated in order to identify which are able to block the colony’s growth. Sensitive bacteria often react to several drugs; the multi-drug resistant ones (MDR) on the other hand show no regression in the volume of their colonies at all.

When it comes to this particular culture, the bacteria are sensitive to only two of the antibiotics, which means they are multi-drug resistant organisms. Regarding the patient, the option is to use one of the two chemical antibiotics to which it was proven the bacteria are sensitive. However, if her body does not respond to any of the treatments, then the doctors will have no further options.

All over the world, *Pseudomonas aeruginosa* is one of the bacteria that have been becoming resistant to the

infelizmente, não se restringe a essa bactéria específica. De certa forma, pela maneira que fazemos uso de antibióticos, nós estamos propiciando o surgimento de superbactérias, e esse não é um fenômeno novo.

### O ANO ERA 1928

O bacteriologista escocês Alexander Fleming, ao sair de férias, havia esquecido em seu laboratório no hospital St. Mary's, em Londres, algumas culturas bacterianas que mantinha em placas de vidro. Quando retornou ao trabalho, percebeu que uma delas estava mofada. Em vez de simplesmente considerá-la arruinada e jogá-la fora imediatamente, ele reparou que, por algum motivo, as colônias de bactérias não eram capazes de avançar sobre as áreas cobertas pelo mofo. Posteriormente, o mofo foi identificado como um fungo do gênero *Penicillium*, que produzia uma substância antibiótica capaz de impedir a proliferação das bactérias nas placas de Petri. Foi assim, por acaso, que foi descoberta a penicilina.

A penicilina revolucionou o tratamento de infecções, além de render a Fleming e colegas um cobiçado prêmio Nobel em 1945. O índice de mortalidade relacionada a infecções bacterianas, desde sua descoberta, foi reduzido drasticamente. Com o avanço da medicina, outros fármacos antimicrobianos foram desenvolvidos, aumentando o arsenal do homem na luta contra agentes infecciosos e salvando milhões de vidas. Contudo, nada vem de graça; seu uso indiscriminado tem um grave efeito colateral.

As bactérias têm um ciclo de vida muito rápido. A *Pseudomonas aeruginosa*, por exemplo, é capaz de se reproduzir em cerca de 45 minutos numa situação ideal de proliferação – o que quer dizer que, num período de apenas 12 horas, uma única bactéria pode se tornar uma colônia de mais de cem mil indivíduos. Como ocorre com todos os seres vivos, eventualmente alguns indivíduos sofrerão mutações, e algumas dessas mutações podem torná-los particularmente resistentes a certos antibióticos, fazendo com que sobrevivam e se reproduzam. Devido ao ciclo de vida das bactérias, isso acontece razoavelmente rápido. A próxima geração, naturalmente selecionada, manterá os genes que lhes conferem essa proteção, tornando-se assim resistente àquele antibiótico. Assim, é preciso trocar de fármaco para conseguir o mesmo efeito bactericida. Mas o processo se repete: novas gerações de bactérias exigem novos antibióticos, mas, mais uma vez, o uso indiscriminado faz com que o ambiente selecione bactérias cada vez mais fortes e mais agressivas. Com o tráfego mundial de pessoas, as bactérias viajam junto, replicando genes resistentes em escala global.

available treatments, a frightening phenomenon that unfortunately is not restricted to that specific species. Somehow, because of the way we use antibiotics, we are making it easier for super bacteria to come to life, and this is not a new phenomenon.

### THE YEAR WAS 1928

The Scottish bacteriologist Alexander Fleming, before leaving on vacation, had forgotten in his laboratory at St. Mary's Hospital, in London, some bacterial cultures he kept on glass dishes. When he went back to work, he noticed one of them was moldy. Instead of simply considering it ruined and throwing it away immediately, he noticed that for some reason the bacterial colonies were not able to grow over the areas covered by mold. Later on, the mold was identified as a fungus of the *Penicillium* genus, which produced an antibiotic substance capable of preventing the proliferation of bacteria in Petri dishes. Thus, by chance, penicillin was discovered.

Penicillin revolutionized the treatment of infections, besides giving a much wanted Nobel Prize to Fleming and his colleagues back in 1945. The mortality rate related to bacterial infections has been drastically reduced since its discovery. Since then, backed up by recent advancements in medicine, other antimicrobial drugs have been developed, increasing mankind's arsenal against infectious agents, thus saving millions of lives. However, nothing comes for free; its indiscriminate use has a serious side effect.

Bacteria have a very fast life cycle. The *Pseudomonas aeruginosa*, for example, is able to reproduce every 45 minutes when given an ideal proliferation situation — which means that, in a period of only 12 hours, a single bacterium can become a colony of more than 100,000 individuals. Like all living things, some individuals will eventually go through mutations, and some of these mutations may make them particularly resistant to certain antibiotics, causing them to survive and reproduce. Due to the life cycle of bacteria, this happens reasonably fast. The next generation, naturally selected, will retain the genes that provide them this protection, thus becoming resistant to that antibiotic. As a result, it is necessary to change the drug in order to achieve the same bactericidal effect. But the process repeats itself: new generations of bacteria require new antibiotics, but, once again, due to indiscriminate usage, the environment will select bacteria that are getting stronger and more aggressive. As the worldwide traffic of people goes up, bacteria travel together, replicating resistant genes on a global scale.



Professor Victor Balcão e as estagiárias da equipe do PhageLab, Thais Jardim Oliveira (à esquerda) e Anahi Ariadne Miguel (à direita)  
Professor Victor Balcão and the the PhageLab's interns Thais Jardim Oliveira (left) and Anahi Ariadne Miguel (right)

Nos Estados Unidos, por exemplo, foi isolada recentemente uma cepa de *Escherichia coli* resistente à colistina, o antibiótico utilizado como a última arma contra essas bactérias multirresistentes. O gene *mcr-1* portado por essa bactéria, que lhe confere a resistência, havia sido isolado pela primeira vez na China, depois na Europa e finalmente na América do Norte. Caso essa bactéria se reproduza e passe esse gene adiante, teremos uma nova geração de bactérias resistentes ao que temos de mais eficiente no momento. E é exatamente por isso que os antibióticos devem ser prescritos com parcimônia – no Brasil, desde 2011, há um controle mais restrito da venda de antimicrobianos nas farmácias, mas, mesmo assim, é preciso pensar em maneiras de combater as bactérias usando menos antibióticos. Mas como?

### MEADOS DE 2016

No PhageLab, o Laboratório de Biofilmes e Bacteriófagos da Uniso, o professor doutor Victor Balcão, português residente no Brasil desde 2014, acaba de receber uma encomenda vinda da região da Baixa Saxônia, na Alemanha – no pacote, uma etiqueta alertando: material biológico.

In the United States, for example, a strain of *Escherichia coli* resistant to colistin, which is the antibiotic used as the ultimate weapon against these multi-resistant bacteria, has recently been isolated. The *mcr-1* gene carried by these bacteria, which gives them their resistance, had been isolated for the first time in China, then in Europe, and finally in North America. If these bacteria reproduce and pass that gene forward, we will have a new generation of bacteria, resistant to the most efficient thing we have against them at the moment. And that is exactly why antibiotics should be prescribed parsimoniously — in Brazil, since 2011, a more restrict control of antibiotics being sold at pharmacies has been implemented, but even so, we need to think of alternatives to fight bacteria using fewer antibiotics. But how?

### MID-2016

At PhageLab, Uniso's Biofilm and Bacteriophages Laboratory, the Portuguese professor Victor Balcão, who lives in Brazil since 2014, has just received a

Desde que foi cuidadosamente despachada da cidade de Brunswick, depois de uma série de entraves burocráticos, essa encomenda viajou mais de dez mil quilômetros até chegar às instalações do PhageLab, cujo objetivo é o isolamento de bacteriófagos a partir de fontes ambientais, visando o desenvolvimento de produtos (bio) farmacêuticos inovadores.

Com rigor metodológico, contando com a proteção de uma capela de segurança biológica ele e os demais pesquisadores manuseiam dois conjuntos de ampolas de vidro seladas a vácuo, que acabaram de retirar do pacote. Ambos vieram da Coleção Alemã de Microrganismos e Cultura de Células (em alemão, Deutsche Sammlung Von Mikroorganismen und Zellkulturen) do Instituto Leibniz DSMZ, um dos maiores centros de recursos biológicos em todo o mundo. Em seu interior hermeticamente selado, elas resguardam dois tipos diferentes de pequenas entidades invisíveis a olho nu.

Uma delas, contida nas primeiras ampolas, está classificada com um grau de periculosidade de nível 2 – o que significa perigo biológico moderado. Trata-se de uma cepa patogênica, da mesma bactéria identificada pelo pessoal do laboratório da Santa Casa, tão comum nos hospitais: a bactéria *Pseudomonas aeruginosa*. Ainda que esse não seja um organismo raro, quando se trata de pesquisas científicas é imprescindível obtê-lo de fontes confiáveis como a DSMZ, para atestar que se trata de uma cepa pura, e não de uma variedade passível de mutações, como aquelas que seriam encontradas num paciente em tratamento, por exemplo.

No segundo conjunto, identificado como JG004, há um fago – um apelido simpático para bacteriófago, palavra de origem grega que significa “comedor de bactérias”. Os fagos, descobertos entre o fim do século XIX e o começo do século XX, são vírus predadores naturais das bactérias, parasitas intracelulares que infectam única e exclusivamente bactérias específicas. O fago JG004, particularmente, tem em seu cardápio usual um único prato, a *Pseudomonas aeruginosa*. Assim, não é difícil adivinhar o que está prestes a ser feito.

A terapia fágica – como é chamado o tratamento em que as infecções bacterianas são destruídas pela inoculação de fagos no corpo humano – tem consideráveis vantagens em relação ao uso de antibióticos químicos: os fagos são bastante específicos em predação apenas um tipo de bactéria e, além disso, caso as bactérias sofram mutações que as tornem mais resistentes aos fagos utilizados, o processo de isolar novos fagos é mais simples e mais barato do que desenvolver um novo antibiótico químico. Ainda assim,

parcel from Germany’s Lower Saxony region — in the package, a label warning: biological material.

Since it was carefully dispatched from the city of Brunswick, after a series of bureaucratic hurdles, this package traveled more than ten thousand kilometers until arriving at the premises of the PhageLab, whose objective is to isolate bacteriophages from environmental sources, in order to develop innovative (bio)pharmaceutical products.

Methodologically, relying on the protection of a biosafety cabinet, he and the other researchers handle two sets of vacuum-sealed glass ampoules that have just been removed from the parcel. Both came from the German Collection of Microorganisms and Cell Culture (Deutsche Sammlung Von Mikroorganismen und Zellkulturen, in German), from the Leibniz Institute DSMZ, one of the largest centers for biological resources in the world. In their hermetically sealed interior, they shelter two different kinds of small entities, invisible to the naked eye.

One of them, contained in the first set of ampoules, is classified under hazard level 2 — which means moderate biological hazard. It is a pathogenic strain of the same bacteria identified by the staff at the hospital lab in the city of Sorocaba, so common in hospitals: the *Pseudomonas aeruginosa*. Although this is not a rare organism, when it comes to scientific research it is essential to obtain it from reliable sources such as the DSMZ, to guarantee it is a pure strain, not a mutant variety, such as those that would be found in a patient under treatment, for example.

In the second set, identified as JG004, there is a phage — a nice nickname for bacteriophage, an English word of Greek origin which means “bacteria eater”. Phages, discovered between the late 19th and early 20th centuries, are natural viruses that predate bacteria, intracellular parasites that infect solely and exclusively specific bacteria. The phage JG004 in particular has a single dish on its menu, the *Pseudomonas aeruginosa*. So it is not particularly difficult to guess what is about to be done.

Phage therapy — the name for the treatment through which bacterial infections are destroyed by the inoculation of phages in the human body — has considerable advantages over chemical antibiotics: phages are very precise, predating only one type of bacteria, and, in

a terapia fágica é pouquíssimo utilizada como alternativa aos antibióticos químicos convencionais, à exceção de países como a Polônia e a República da Geórgia, em institutos específicos. Porém, poucos estudos clínicos foram conduzidos e aceitos por autoridades sanitárias internacionais. No Brasil, começamos a dar os primeiros passos em pesquisas envolvendo bacteriófagos.

Num futuro próximo, esperançosamente, os resultados obtidos pela pesquisa desenvolvida no PhageLab podem ajudar a mudar esse panorama, beneficiando qualquer paciente com um quadro de infecção pulmonar bacteriana, especialmente se causado pela *Pseudomonas aeruginosa*.

Teoricamente, uma única partícula bacteriofágica, desde que chegue intacta ao local de infecção nos pulmões, é suficiente para acabar com toda a infecção. Contudo, usar o JG004 (ou outro bacteriófago lítico para *Pseudomonas aeruginosa*) como arma contra infecções bacterianas não é assim tão simples quanto pode parecer. Os fagos costumam ser totalmente inofensivos a seres humanos, mas, para que possam agir contra as bactérias, precisam ser inoculados no corpo humano de uma forma tal que o nosso próprio sistema imunológico não os confunda com organismos nocivos.

“No caso da pneumonia, as bactérias se alojam nos pulmões, criando um muco espesso que dificulta a respiração. Os fagos precisam ser inalados, cruzando todo o caminho até as vias respiratórias profundas”, explica o professor.

A solução proposta pela pesquisa desenvolvida no PhageLab foi encapsular os fagos no núcleo aquoso de nanovesículas oleosas que, por sua vez, estão dispersas numa emulsão aquosa – um sistema de água-em-óleo-em-água (A/O/A), algo como bolhas dentro de bolhas. São essas “bolhas”, uma vez administradas em pacientes com pneumonia por *Pseudomonas aeruginosa*, que protegerão os fagos das defesas naturais do corpo humano.

Essas emulsões múltiplas, às quais os fagos foram acrescidos, foram o resultado de duas dissertações de mestrado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), que foram desenvolvidas sequencialmente. A primeira dissertação trabalhou a estabilização de uma proteína simples, abrindo caminho para que a segunda pudesse estabilizar bacteriófagos completos – os quais são entidades totalmente protéicas.

addition, if the bacteria go through mutations that make them more resistant to the phages in use, the process of isolating new phages is simpler and cheaper than developing a new chemical antibiotic. Still, phage therapy is barely used as an alternative to conventional chemical antibiotics, except for countries like Poland and the Republic of Georgia, at specific institutes. However, few clinical studies have been conducted and accepted by international health authorities. In Brazil, we have begun to take the first steps when it comes to research involving bacteriophages.

In the near future, hopefully, the results obtained by researches developed at the PhageLab will be able to help changing this scenario, benefiting any patient with a bacterial lung infection, especially if caused by *Pseudomonas aeruginosa*.

Theoretically, one single bacteriophage particle, as long as it is deployed intact at the site of infection within the lungs, is sufficient to terminate the entire infection. However, using JG004 (or other lytic bacteriophage for *Pseudomonas aeruginosa*) as a weapon against bacterial infections is not as simple as it may seem. Usually, phages are totally harmless to humans, but in order to be able to act against bacteria they must be inoculated into the human body in such a way that our own immune system does not confuse them with harmful organisms.

“When it comes to pneumonia, bacteria inhabit the lungs, creating a thick mucus that makes breathing difficult. The phages need to be inhaled, crossing all the way to the deep respiratory tract,” the professor explains.

The solution proposed by the research developed at the PhageLab was to encapsulate phages within the aqueous core of oily nanovesicles, which are then dispersed in an aqueous emulsion — a water-in-oil-in-water (W/O/W) system, something like bubbles inside bubbles. Once given to patients with pneumonia caused by *Pseudomonas aeruginosa*, these “bubbles” are what is supposed to protect the phages from the natural defenses of the human body.

These multiple emulsions, to which the phages were added, were the result of two Master’s theses from the Pharmaceutical Sciences graduate program at Uniso, which were developed sequentially. The first research

O processo de nanoencapsulação foi longo e, naturalmente, demandou uma série de testes diversos, incluindo testes de citotoxicidade e genotoxicidade, que determinariam a compatibilidade das emulsões para uso no corpo humano. Além do PhageLab, outros laboratórios foram utilizados, incluindo a estrutura da Uniso no Parque Tecnológico de Sorocaba, as instalações do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano/CNPEM), também em Campinas.

Todos os testes *in vitro*, até então, foram bem-sucedidos. “A etapa seguinte, naturalmente, seria realizar os mesmos testes *in vivo*, primeiramente em ratos padronizados. Aplicações em seres humanos estão alguns passos além e muitos outros testes precisariam ser conduzidos antes disso. Há certamente um longo caminho a ser percorrido em pesquisas futuras, mas este é um começo necessário. Pois a nossa realidade está mudando: hordas de bactérias cada vez mais resistentes aos antibióticos nos obrigam a buscar alternativas, de modo que é a própria resistência bacteriana que vai catapultar outros estudos voltados aos bacteriófagos e, especialmente, o desenvolvimento de sistemas bioterapêuticos viáveis”, conclui o professor.

worked on the stabilization of a single protein, thus paving the way for the second to stabilize whole bacteriophages — which are full protein entities.

The nanoencapsulation process was long, and it required a number of different tests, including cytotoxicity and genotoxicity tests, in order to determine the compatibility of the emulsions considering its usage in the human body. In addition to PhageLab, other laboratories were used, including Uniso’s structure at Sorocaba’s Science Park, the facilities of the Chemistry Institute at the State University of Campinas (Unicamp), and the National Nanotechnology Laboratory (LNNano/CNPEM), also in Campinas.

Every test *in vitro* so far has been successful. “The next step would be performing the same tests *in vivo*, firstly with standardized mice. Applying them on humans is a few steps ahead, and it would be required to run many other tests before that. There is certainly a long way to go in future research, but this is a necessary beginning. Because our reality is changing: hordes of bacteria more and more resistant to antibiotics force us to look for alternatives, so it is bacterial resistance itself that will catapult other studies on bacteriophages and especially on the development of viable biotherapeutic systems,” concludes the professor.

Com base nas seguintes dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), ambas orientadas pelo professor doutor Victor Manuel Cardoso Figueiredo Balcão: “Otimização da metodologia de preparação de emulsões do tipo A/O/A integrando nanogotas lipídicas com núcleo aquoso, para estabilização protéica” (coorientação da professora doutora Marta Maria Duarte Carvalho Vila), de Cássia Antunes Glasser, aprovada em 18 de fevereiro de 2016; e “Pneumophagekill: estabilização estrutural e funcional de partículas bacteriofágicas em emulsões do tipo A/O/A: Sistema bioterapêutico para tratamento de pneumonia bacteriana por nebulização”, de Alessandra Cândida Rios, aprovada em 3 de novembro de 2016. As dissertações estavam vinculadas ao projeto de pesquisa PneumoPhageKill (processo nº 2013/03181-6, cuja vigência já terminou), com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Ministério da Educação.

**Acesse o texto completo da pesquisa em português:**

**Follow the link to access the full text of the original research (in Portuguese):**



Uma versão desta reportagem de divulgação científica foi publicada previamente numa dissertação de Mestrado em Divulgação Científica e Cultural da Unicamp (processo 2015/00073-3), orientada pela professora doutora Graça Caldas, igualmente apoiada pela FAPESP e pela CAPES. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP e da CAPES.

A previous version of this article for the public outreach of science was published in a Master’s thesis on Scientific and Cultural Outreach, at Unicamp (grant 2015/00073-3), advised by Dr. Graça Caldas, funded by FAPESP and CAPES. The opinions, hypotheses, and conclusions or recommendations hereby expressed are the responsibility of the author(s) and do not necessarily reflect FAPESP and CAPES’ views on any matter.



Um dos prédios da Cidade Universitária, que sedia os cursos de graduação e pós-graduação  
One of the buildings that house undergraduate and graduate programs at Uniso