



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de
Produção
Brasil

Embiruçu, Marcelo; Hora Fontes, Cristiano; de Araujo Kalid, Ricardo
Um modelo para o dimensionamento do corpo docente para o apoio à tomada de
decisão no planejamento de instituições de ensino superior
Production, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, 2013, pp. 189-204
Associação Brasileira de Engenharia de Produção
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742051015>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Um modelo para o dimensionamento do corpo docente para o apoio à tomada de decisão no planejamento de instituições de ensino superior

Marcelo Embiruçu^{a*}, Cristiano Hora Fontes^b, Ricardo de Araujo Kalid^c

^{a*}embiruçu@ufba.br, UFBA, Brasil

^bcfontes@ufba.br, UFBA, Brasil

^ckalid@ufba.br, UFBA, Brasil

Resumo

Este trabalho propõe, desenvolve e aplica um modelo para o dimensionamento do corpo docente de unidades universitárias (departamentos, faculdades, escolas, institutos ou até mesmo a universidade como um todo) e para o projeto da composição de regime de trabalho ótima desse corpo docente. A importância, contribuição e oportunismo contemporâneo do trabalho se justificam especialmente em face da nova lei do professor-equivalente. O modelo contempla todas as atividades pertinentes à prática docente universitária (ensino de graduação e pós-graduação, pesquisa e orientação, extensão, gestão e capacitação) e, embora talhado especialmente para instituições federais de ensino superior (IFES), pode ser facilmente adequado para sua utilização em IES (instituições de ensino superior) de outras esferas governamentais e mesmo em IES comunitárias, confessionais ou privadas. Além disso, o modelo é complementar e não concorrente aos indicadores estabelecidos pelo Reuni (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), podendo ser considerado uma ferramenta de projeto de unidades universitárias, enquanto os segundos podem ser considerados como instrumentos de acompanhamento da operação dessas unidades. O modelo é bastante genérico, permitindo sua ampla aplicação em diversos tipos de unidades universitárias, e alguns dos seus parâmetros podem ser ajustados a fim de satisfazer metas e políticas específicas dessas unidades. A aplicação do modelo desenvolvido ao estudo de caso de um departamento mostra a sua consistência e utilidade, inclusive como poderoso instrumento de apoio à tomada de decisão no planejamento e na gestão de recursos docentes em IES.

Palavras-chave

Dimensionamento e projeto. Apoio à tomada de decisão, planejamento e gestão de recursos docentes. Regime de trabalho. Instituições de ensino superior. Professor-equivalente. Soluções de pareto.

1. Introdução

Não se encontram na literatura trabalhos que discutam de forma detalhada, aprofundada e quantificada, dentro de uma perspectiva do planejamento e da gestão da produção (neste caso, acadêmica), a questão do dimensionamento do corpo docente em unidades universitárias (departamentos, faculdades, escolas, institutos ou até mesmo a universidade como um todo), bem como o dimensionamento do regime de trabalho desse corpo docente.

Do ponto de vista das instituições comunitárias, confessionais e privadas, a grande maioria dessas faculdades e universidades no Brasil está se ocupando

quase que exclusivamente de atividades de ensino de graduação. Nesses casos, a “modelagem” do problema é simples: contratar apenas docentes para lecionar aulas, e mais uns poucos para fazer a coordenação dos cursos. Em outras universidades que possuem programas de pesquisa e pós-graduação mais consistentes, como, por exemplo, a Pontifícia Universidade Católica (PUC), a disponibilidade de modelos elaborados é mais importante. Nesses casos, é possível que tais instituições estejam resolvendo esse problema de forma empírica, ou que tenham desenvolvido metodologias internas não divulgadas na literatura.

Do ponto de vista das instituições públicas, a ausência desses trabalhos se deve provavelmente a alguns fatores conjunturais e estruturais que se tem observado nas últimas décadas nesse setor. Em relação ao dimensionamento do corpo docente das universidades, um cenário constante de deficiência e restrição de recursos docentes transformou a necessidade de professores em uma questão emergencial. Esse fato, por outro lado, não justifica a ausência de estudos para distribuir os poucos recursos disponíveis entre as diversas unidades, nos diferentes níveis hierárquicos, embora, nesse cenário de restrições de recursos, seja compreensível e também previsível que o sistema se comporte de forma menos racional, mais casuística e tendenciosa, e menos solidária.

Em relação ao dimensionamento do regime de trabalho, as explicações ou justificativas podem ser pelo menos duas. Primeiro, desde o advento do regime de trabalho de dedicação exclusiva (DE), há um senso comum nas universidades de que elas devem ser constituídas por ampla maioria de docentes com esse regime de trabalho. Existe inclusive lei (BRASIL, 1996) que determina um percentual mínimo de um terço de docentes em tempo integral para que uma instituição possa ser considerada como universidade. Esse fato tem conduzido, naturalmente, à quase exclusiva realização de concursos em regime de DE nos últimos anos, na grande maioria das unidades universitárias públicas, especialmente as federais. Segundo, nos últimos anos, ao receber uma vaga para concurso, uma dada unidade universitária podia, em princípio, escolher livremente o regime de trabalho daquele concurso, sem nenhuma implicação adicional de ônus ou bônus. Esse fato, reforçado pelo primeiro argumento, fazia com que praticamente todas as unidades optassem por concursos para DE, simplesmente devido a um argumento meramente numérico, balizado no fato de que a capacidade de trabalho de um docente em regime de DE (40 horas) é o dobro da capacidade de trabalho de um docente 20 horas, sem prejuízo de outros argumentos qualitativos. A exceção a essa regra se dava basicamente nas unidades que têm extrema dificuldade em atrair candidatos qualificados para concursos em regime de DE.

A situação atual, contudo, é diferente, devido a alguns condicionantes novos. O principal deles é o advento do professor-equivalente (BRASIL, 2007). Com essa nova legislação, dois docentes em regime de DE passam a equivaler, aproximadamente, a três docentes em regime de 40 horas ou a seis docentes em regime de 20 horas, ou outras combinações possíveis. Além disso, essa nova normatização passa a fixar a quantidade de professores-equivalentes que cada universidade federal tem direito, tornando-a estática ao longo do tempo, salvo haja mudanças tangíveis (por exemplo, aumento de vagas em cursos de graduação ou pós-graduação), acompanhadas de disponibilidade orçamentária do

MEC (Ministério da Educação). Essa nova legislação vai ao encontro da autonomia universitária, oferecendo à universidade a liberdade de determinar a composição de regime de trabalho que melhor lhe convém e a possibilidade de recomposição automática de seus quadros em casos de vacância de cargos docentes (transferência, aposentadoria e falecimento de docentes). Outro ponto extremamente positivo da lei é o fato dela ter incorporado ao “patrimônio” de professores-equivalentes das universidades os professores substitutos, que foram equiparados todos, independente do seu regime de trabalho real, ao regime de 40 horas e cuja substituição, portanto, deverá ser também contemplada no escopo do planejamento de docentes da instituição.

Se a lei é positiva por conceder a justa e necessária autonomia e liberdade às universidades no que tange a essa matéria, ela, também de forma justa, exige a contrapartida de uma postura e uma atitude responsáveis por parte das universidades, pois a avaliação é um mecanismo efetivo de prestação de contas ao Estado, e a autonomia e a avaliação são, portanto, indissociáveis (COSTA, 2005). Ou seja, as universidades deverão procurar uma composição de regime de trabalho do conjunto de seus docentes de modo a cumprir, de forma ótima, todas as atividades que lhe são próprias. Isto é, as universidades deverão ter uma composição de regime de trabalho que possibilite o cumprimento de toda a carga horária de aulas de graduação e de pós-graduação a que ela está comprometida, além de atender adequadamente aos encargos de pesquisa e orientação, extensão, gestão e capacitação que lhes são pertinentes. Assim, não é difícil antever que a solução de 100% de docentes em DE provavelmente não é a melhor. Se, por um lado, a importância de uma maioria de docentes com DE é reconhecida por todos, entre outros pelo fato de a pós-graduação, a pesquisa e a gestão universitária dependerem basicamente deles, é inegável a importância de algum contingente de docentes 20 horas, devido a um primeiro argumento bastante simples, direto e quantitativo, embora não necessariamente o mais importante ou nobre: um docente em regime de DE tem capacidade de trabalho semanal de 40 horas, enquanto três docentes em regime de 20 horas têm capacidade de trabalho semanal de 60 horas. Portanto, a necessidade de estudos e modelos que orientem ou apoiem esse dimensionamento torna-se imperiosa.

Independentemente do advento da lei do professor-equivalente, outros argumentos têm sido colocados que também conduzem a universidade na direção de possuir certo contingente de docentes em regime de 20 horas. Um deles está diretamente relacionado às unidades que sediam cursos mais diretamente relacionados ao mundo do trabalho. O recente movimento no sentido de direcionar todos os concursos exclusivamente para

o regime de DE tem levado algumas unidades a não mais possuírem docentes que estejam lidando direta e cotidianamente com a prática profissional, o que traz prejuízos para a formação de graduação dos alunos dessas unidades. Dessa forma, muitas discussões têm sido levantadas nessas unidades no sentido da necessidade da presença de docentes com esse perfil prático, havendo consenso do corpo docente dessas unidades nesta matéria. Assim, só por esse motivo, algumas unidades universitárias passaram a discutir a necessidade de determinar, em adição a um percentual mínimo de DE, um percentual mínimo de docentes em regime de 20 horas.

Um terceiro argumento em favor da necessidade de se considerar o regime de dedicação de 20 horas contempla elementos quantitativos e qualitativos. De forma razoavelmente paralela ao movimento que levou as universidades a priorizarem os concursos para DE, ocorreu outro movimento no sentido de capacitar e qualificar seus corpos docentes em nível de doutorado. Observa-se em algumas grandes universidades brasileiras, com sistemas de pós-graduação amplos, pujantes e diversificados, que parcelas significativas de seus docentes doutores em regime de DE não participam de programas de pós-graduação (PPG) na condição de professores permanentes, com esse percentual chegando a valores tão altos quanto 30 a 50%. Parte significativa desses docentes também não está na gestão universitária, não apresenta produção científica importante e não participa de programas de extensão consistentes, e ministra aulas em quantidade equivalente aos demais docentes que têm essas atividades e/ou participam de PPG na condição de professores permanentes. Portanto, o que se constata hoje no Brasil é que portar o título de doutor não garante necessariamente o passaporte para a participação do docente na pesquisa e na pós-graduação. Todos esses elementos qualitativos parecem nos levar à conclusão de que existem alguns docentes com perfil e vocação para o regime de DE, outros não, justificando, portanto, a necessidade de que uma parcela dos docentes esteja no regime de 20 horas. Relembrando a lei do professor-equivalente, um docente em regime de DE equivale a três docentes em regime de 20 horas. Portanto, para que a instituição não seja prejudicada, um docente em DE que apenas leciona aula deveria estar responsável por algo em torno de 24 a 36 horas de aulas semanais, dependendo da universidade em questão, o que não seria factível. Vale lembrar ainda nesse assunto que algumas universidades brasileiras mais adiantadas têm deixado de adotar critérios de credenciamento e descredenciamento de docentes em seus PPGs. Assim, todos os docentes com DE são professores permanentes de algum PPG. E essas universidades têm feito isso não por descaso à questão do credenciamento, muito pelo contrário. Elas estão

transferindo a questão do credenciamento para o regime de trabalho. Ou seja, só pode ser docente em DE aquele que tem condições de ser professor permanente em algum PPG da universidade. Essa solução certamente não é alcançável ainda pela maioria das universidades brasileiras, mas é preciso avançar nessa direção.

Todas as argumentações e discussões anteriores mostram, portanto, a importância, a necessidade e a oportunidade temporal de desenvolver métodos e modelos que sejam úteis como ferramentas de apoio à tomada de decisão no planejamento e na gestão de recursos docentes em instituições de ensino superior (IES), e no projeto e dimensionamento do corpo docente e do regime de trabalho desse corpo docente das diversas unidades dessas IES, o que é justamente o objetivo deste trabalho. Ao mesmo tempo, não se verifica na literatura aberta uma proposta de modelagem com a amplitude e objetividade necessárias para o atendimento a essa demanda multifacetada. Aqui é desenvolvido um procedimento ajustado para IFES (instituições federais de ensino superior), mas o método pode ser adaptado igualmente para utilização em IES de outras esferas de governo, ou mesmo para IES comunitárias, confessionais ou privadas. O modelo aqui desenvolvido leva em consideração todas as atividades pertinentes à docência universitária (ensino de graduação e pós-graduação, pesquisa e orientação, extensão, gestão e capacitação) e não está em conflito com as metas e indicadores institucionais estabelecidos pelo Reuni (MELLO et al., 2007) do MEC e outros dele derivados (EMBIRUCU; FONTES; ALMEIDA, 2010), mas lhes é complementar. Assim, na seção 2, o desenvolvimento do modelo é apresentado, na seção 3 são discutidas suas alternativas de solução e na seção 4 são mostrados resultados de simulação, acompanhados da discussão pertinente. Na seção 5, são tecidos alguns comentários finais e apresentadas as conclusões.

2. Desenvolvimento do modelo para dimensionamento do corpo docente e de seu regime de trabalho

O modelo aqui proposto tem como fundamento o levantamento das demandas solicitadas à unidade universitária e o levantamento das possibilidades de oferta do conjunto dos seus docentes, além dos recursos docentes adicionais disponíveis (vagas disponíveis para concurso). Em uma segunda etapa (seções 3 e 4), essas vagas disponíveis para concurso na unidade universitária são dimensionadas de modo a aproximar o máximo possível a demanda da oferta. As abreviaturas definidas na Tabela 1 são utilizadas em todo o texto e, nos desenvolvimentos que se seguem, é adotada a nomenclatura definida nas Tabelas 2-4.

2.1. Demandas de carga horária de atividades

As demandas da unidade universitária são aqui divididas em dois grandes grupos: as demandas de carga horária docente em sala de aula, e as outras demandas que incluem atividades de ensino de suporte às atividades de sala de aula (atividades extraclasse), atividades de pesquisa e extensão, gestão universitária e capacitação.

O período de tempo tomado como referência é de uma semana e, portanto, todas as demandas de carga horária de uma determinada atividade estão expressas em carga horária semanal. A demanda de carga horária docente em sala de aula é simplesmente a soma da carga horária em aulas presenciais de graduação e de pós-graduação. Nesse último caso, são considerados apenas cursos de pós-graduação stricto sensu:

$$C_{AT,D} = C_{AG,D} + C_{APG,D} \quad (1)$$

Conforme a nomenclatura, C refere-se à carga horária semanal, os subscritos AT , AG e APG referem-se a aulas totais, aulas de graduação e aulas de pós-graduação, respectivamente, e o subscrito D à demanda solicitada à unidade universitária. A demanda de aulas de graduação pode ser levantada facilmente através das disciplinas obrigatórias e optativas dos diversos cursos que são suportados pela unidade universitária em questão. Neste caso, a fim de que se possa fazer um dimensionamento eficiente e otimizado dos recursos disponíveis, é importante que seja considerado aquilo que está previsto nos projetos de curso, e não necessariamente o que tem sido praticado pela unidade universitária, que algumas vezes pode estar utilizando seus recursos de forma ineficiente ou subotimizada. No caso dos cursos de pós-graduação stricto sensu (mestrados e doutorados), que são suportados pela unidade universitária, esse levantamento não é tão trivial e objetivo quanto nos cursos de graduação. Em geral, deve-se esperar e desejar que todos os docentes em regime de dedicação exclusiva (DE) da unidade universitária deem aulas de pós-graduação. Assim,

propõe-se que a demanda de aulas de pós-graduação seja proporcional ao número de docentes com DE e a Equação 1 fica:

$$C_{AT,D} = C_{AG,D} + f_{APG} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) \quad (2)$$

onde N refere-se ao número de docentes, f_{APG} é o fator de proporcionalidade que estabelece a demanda de carga horária em aulas de pós-graduação, o subscrito DE refere-se a docentes com dedicação exclusiva, e os subscritos A e F referem-se a docentes atuais e docentes futuros a serem concursados/contratados, respectivamente. Deve ser ressaltado que a premissa aqui adotada é tão somente um modelo para dimensionamento, não significando que, eventualmente, alguns docentes com DE possam não ministrar aulas na pós-graduação e que alguns docentes em regime de 20 horas possam fazê-lo.

Em relação às outras demandas da unidade universitária (atividades extraclasse), a demanda de carga horária para apoio às atividades de sala de aula (preparação de aulas, saneamento de dúvidas de estudantes, preparação e correção de avaliações, entre outras), $C_{EC,D}$, é estabelecida da forma usual, em uma relação direta com a carga horária total em sala de aula, definindo-se, neste caso, um fator de proporcionalidade específico (f_{EC}) para atividades dessa natureza:

$$C_{EC,D} = f_{EC} \cdot C_{AT,D} \quad (3)$$

onde o subscrito EC refere-se às atividades de apoio às aulas, ou atividades extraclasse.

Para a demanda de atividades de gestão, dividimos os cargos em três tipos (1, 2 e 3), que exigiriam dedicações e/ou implicariam em capacidade de aulas presenciais distintas. Como será detalhado na Tabela 5 da seção 4.1, nos cargos tipo 1, por exemplo, a demanda de atividades de gestão pode ser de 20 horas semanais (C_1), e a capacidade de aulas presenciais dos docentes que ocupam este cargo de 4 horas semanais. Para os cargos tipos 2 e 3 essas demandas e capacidades podem ser, por exemplo, de 40 (tipo 2, C_2) e 20 (tipo 3, C_3) horas semanais (demandas), e de zero hora em aulas presenciais para

Tabela 1. Nomenclatura de abreviaturas.

Abreviatura	Definição
AMD	Auxílio Multicritério à Decisão
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DE	Dedicação Exclusiva
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
MEC	Ministério da Educação
PPG	Programas de Pós-Graduação
PUC	Pontifícia Universidade Católica
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
UFBA	Universidade Federal da Bahia

Tabela 2. Nomenclatura de parâmetros e entradas do modelo.

Símbolo	Definição
$C_{AT,DE}$	capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes em regime de dedicação exclusiva que não ocupam cargos de gestão
$C_{AT,20}$	capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes em regime de 20 horas
$C_{AG,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para aulas presenciais de graduação
$C_{APG,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para aulas presenciais de pós-graduação
$C_{EC,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para atividades extraclasse, atividades de apoio às aulas
$C_{CG,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal total para cargos de gestão
$C_{AT,i}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para aulas presenciais ministradas por docentes que ocupam cargo de gestão do tipo i
C_i	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para atividades de gestão do tipo i
$C_{C,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para atividades de capacitação
$C_{PE,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para atividades de pesquisa e extensão
$C_{AT,CD}$	oferta ou capacidade do corpo docente da unidade universitária para aulas presenciais
$C_{EC,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para atividades extraclasse, atividades de apoio às aulas
$C_{CG,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para cargos de gestão
$C_{C,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para atividades de capacitação
$C_{PE,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para atividades de pesquisa e extensão
d_{AT}	diferença percentual absoluta entre oferta e demanda de aulas presenciais
d_{OA}	diferença percentual absoluta entre oferta e demanda de outras atividades
D_{AT}	déficit percentual em aulas presenciais
D_{AT}	déficit percentual em outras atividades
D_{AT}	déficit percentual em atividades extraclasse
FO	função objetivo
f_{APG}	fator de proporcionalidade para demanda de carga horária em aulas presenciais na pós-graduação
f_{EC}	fator de proporcionalidade para demanda de carga horária em atividades extraclasse
$f_{DE,C}$	fator de proporcionalidade que define o percentual de docentes de dedicação exclusiva liberados para capacitação
$f_{20,C}$	fator de proporcionalidade que define o percentual de docentes 20 horas liberados para capacitação
$N_{DE,A}$	número de docentes atuais com dedicação exclusiva na unidade universitária
$N_{DE,F,D}$	número de vagas equivalentes a DE para concurso/contratação disponíveis à unidade universitária
$N_{CG,i}$	número de docentes que ocupam cargos de gestão do tipo i
$NTCG$	número de tipos de cargos de gestão
$N_{DE,C}$	número de docentes com dedicação exclusiva afastados para atividades de capacitação
$N_{20,C}$	número de docentes 20 horas afastados para atividades de capacitação
$N_{20,A}$	número de docentes atuais 20 horas na unidade universitária
P_{20}	percentual de docentes 20 horas

Tabela 3. Nomenclatura de variáveis e incógnitas do modelo.

Símbolo	Definição
$C_{AT,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para aulas presenciais (graduação e pós-graduação <i>stricto sensu</i>)
$C_{OA,D}$	demanda solicitada à unidade universitária de carga horária semanal para outras atividades
$C_{AT,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para aulas presenciais
$C_{OA,CD}$	oferta ou capacidade de corpo docente da unidade universitária para outras atividades
$N_{DE,F}$	número de docentes com dedicação exclusiva a serem concursados/contratados
$N_{20,F}$	número de docentes 20 horas a serem concursados/contratados

os dois casos. Portanto, a demanda de carga horária semanal em atividades de gestão (Equação 4) será a soma ponderada do número de docentes envolvidos nesse tipo de atividade, usando como peso a carga horária relativa ao tipo de cargo exercido pelo docente:

$$C_{CG,D} = C_1 \cdot N_{CG,1} + C_2 \cdot N_{CG,2} + C_3 \cdot N_{CG,3} = \sum_{i=1}^{NTCG} C_i \cdot N_{CG,i} \quad (4)$$

onde CG refere-se a cargos de gestão, os subscritos 1, 2 e 3 referem-se aos três tipos propostos, e $NTCG$

é a quantidade de tipos de cargos de gestão, aqui considerada igual a 3.

A demanda total de carga horária para capacitação será função do número de docentes em regime de DE e de 20 horas que estejam afastados para os diversos tipos de atividades de capacitação (mestrado, doutorado, pós-doutorado, entre outros). Dessa forma, a equação para demanda devido à capacitação fica:

$$C_{C,D} = 40 \cdot N_{DE,C} + 20 \cdot N_{20,C} \quad (5)$$

onde o subscrito C refere-se à capacitação.

Tabela 4. Nomenclatura de subscritos adicionais.

Subscrito	Definição
1, 2 e 3	tipos de cargos de gestão propostos
max	Máximo
min	Mínimo
T	Total

Não estamos considerando o regime de 40 horas por entendermos que esse regime de trabalho deve ser utilizado somente em casos especiais, basicamente quando da necessidade de um docente em regime de 20 horas assumir algum cargo de gestão. De qualquer forma, a adaptação do modelo para incluir esse regime de trabalho, caso se julgue necessário, é direta. Por sua vez, para complementar a equação 5 é necessário que se defina a quantidade de docentes a serem liberados ($N_{DE,C}$ e $N_{20,C}$). Esse número pode ser definido como um percentual em relação ao corpo docente total (docentes DE e 20 horas do quadro atual e a serem contratados), conforme expressam as Equações 6, 7, que introduzem outros dois fatores de proporcionalidade (parâmetros do modelo), quais sejam, $f_{DE,C}$ e $f_{20,C}$:

$$N_{DE,C} = f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) \quad (6)$$

$$N_{20,C} = f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F}) \quad (7)$$

Substituindo as Equações 6, 7 na Equação 5:

$$C_{C,D} = 40 \cdot f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) + 20 \cdot f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F}) \quad (8)$$

Os fatores de proporcionalidade presentes na Equação 8, de alguma forma, irão refletir a política de capacitação da instituição. Até a Equação 8, as demandas modeladas referem-se a aulas presenciais (Equação 2), atividades extraclasse (Equação 3), atividades de gestão (Equação 4) e capacitação (Equação 8).

Por fim, a demanda de carga horária para atividades de pesquisa e extensão da unidade universitária é toda a carga horária restante. Para quantificar essa demanda devemos considerar e somar a demanda restante referente a cada um dos seguintes grupos possíveis de docentes:

- Grupo I. Docentes DE não afastados para capacitação e que não exercem cargo de gestão de nenhuma natureza. Nesse caso, a demanda de carga horária para pesquisa e extensão é igual ao número de docentes (atuais e futuros) pertencentes a esse grupo vezes a demanda de carga horária restante que é igual ao total (40 horas) menos a demanda referente às aulas presenciais e atividades extraclasse;
- Grupo II. Docentes que ocupam cargo de gestão (admite-se aqui que os docentes em regime de

20 horas não ocupam cargos de gestão). Nesse caso, a demanda de carga horária em pesquisa e extensão é igual ao número de docentes (atuais) pertencentes a esse grupo vezes a demanda de carga horária restante que é igual ao total (40 horas) menos a demanda referente às aulas presenciais, atividades extraclasse e atividades e gestão;

- Grupo III. Docentes em regime de 20 horas. Nesse caso, a demanda de carga horária em pesquisa e extensão é igual ao número de docentes (atuais e futuros) pertencentes a esse grupo vezes a demanda de carga horária restante que é igual ao total (20 horas) menos a demanda referente às aulas presenciais e atividades extraclasse.

Somando-se as demandas previstas nos três grupos chega-se à Equação 9, que define a demanda de carga horária em atividades de pesquisa e extensão:

$$C_{PE,D} = \underbrace{\left((N_{DE,A} + N_{DE,F}) \cdot (1 - f_{DE,C}) - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \right)}_{\text{(número de docentes do grupo I)}} \cdot \underbrace{\left[40 - C_{AT,DE} \cdot (1 + f_{EC}) \right]}_{\text{(carga horária restante para o grupo I)}} + \underbrace{N_{CG,i}}_{\text{(número de docentes do grupo II que exercem cargo i)}} \cdot \underbrace{\left[40 - C_{AT,i} \cdot (1 + f_{EC}) - C_i \right]}_{\text{(carga horária restante para docentes do grupo II que exercem cargo i)}} + \underbrace{\left(N_{20,A} + N_{20,F} \right) \cdot (1 - f_{20,C})}_{\text{(número de docentes do grupo III)}} \cdot \underbrace{\left[20 - C_{AT,20} \cdot (1 + f_{EC}) \right]}_{\text{(carga horária restante para o grupo III)}} \quad (9)$$

onde o subscrito *PE* refere-se a atividades de pesquisa e extensão.

As Equações 2-4,8,9 completam o conjunto de demandas previstas para a unidade universitária. Desse conjunto, considerando que a demanda de aulas presenciais ($C_{AT,D}$) possui um caráter prioritário em relação às demais (como será discutido na seção seguinte), pode-se definir como demanda de carga horária total de outras atividades ($C_{OA,D}$) a soma de todas as demandas com exceção das aulas presenciais. Portanto, somando-se os membros direitos das Equações 3, 4, 8, 9, chega-se à Equação 10:

$$C_{OA,D} = f_{EC} \cdot C_{AT,D} + \sum_{i=1}^{NTCG} C_i \cdot N_{CG,i} + 40 \cdot f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) + 20 \cdot f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F}) + \left[(N_{DE,A} + N_{DE,F}) \cdot (1 - f_{DE,C}) - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \right] \cdot [40 - C_{AT,DE} \cdot (1 + f_{EC})] + \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \cdot [40 - C_{AT,i} \cdot (1 + f_{EC}) - C_i] + (N_{20,A} + N_{20,F}) \cdot (1 - f_{20,C}) \cdot [20 - C_{AT,20} \cdot (1 + f_{EC})] \quad (10)$$

2.2. Ofertas de carga horária de atividades

Vejamos agora a oferta do conjunto de docentes da unidade universitária. A capacidade de oferta de aulas presenciais é função das quantidades de docentes dos grupos I, II e III, destacados na seção anterior, e dos

Tabela 5. Definição dos valores dos parâmetros para as simulações do modelo.

Variável	Símbolo	Valor
Demanda de aulas de graduação	$C_{AG,D}$	215,5
Fator de aulas de pós-graduação	f_{APG}	2,5
Número atual de docentes em regime de DE	$N_{DE,A}$	18
Número atual de docentes em regime de 20 h	$N_{20,A}$	3
Vagas futuras equivalentes a DE	$N_{DE,F,D}$	5
Capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes em DE que não ocupam cargos de gestão	$C_{AT,DE}$	10
Capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes em regime de 20 h	$C_{AT,20}$	12
Número de cargos de gestão do tipo 1	$N_{CG,1}$	7
Número de cargos de gestão do tipo 2	$N_{CG,2}$	1
Número de cargos de gestão do tipo 3	$N_{CG,3}$	2
Carga horária de gestão dos cargos do tipo 1	C_1	20
Carga horária de gestão dos cargos do tipo 2	C_2	40
Carga horária de gestão dos cargos do tipo 3	C_3	20
Capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes ocupantes de cargos de gestão do tipo 1	$C_{AT,1}$	4
Capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes ocupantes de cargos de gestão do tipo 2	$C_{AT,2}$	0
Capacidade semanal de aulas presenciais dos docentes ocupantes de cargos de gestão do tipo 3	$C_{AT,3}$	0
Fator de capacitação para docentes em regime de DE	$f_{DE,C}$	0,1
Fator de capacitação para docentes em regime de 20 h	$f_{20,C}$	0
Fator de atividades extraclasse	f_{EC}	2/3

seus respectivos deveres, obrigações ou disponibilidades de carga horária para aulas presenciais. No caso do grupo II, a disponibilidade de carga horária para aulas presenciais será considerada apenas na situação na qual o tipo de cargo contemplar essa atividade. Dessa forma, chega-se à Equação 11 que quantifica a oferta ou capacidade do corpo docente da unidade universitária para aulas presenciais:

$$C_{AT,CD} = \underbrace{C_{AT,DE} \cdot \left[N_{DE,A} + N_{DE,F} - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} - f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) \right]}_{\text{capacidade/oferta de aulas presenciais para docentes do grupo I}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{NTCG} C_{AT,i} \cdot N_{CG,i}}_{\text{capacidade/oferta de aulas presenciais para docentes do grupo II}} + \underbrace{C_{AT,20} \cdot [N_{20,A} + N_{20,F} - f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F})]}_{\text{capacidade/oferta de aulas presenciais para docentes do grupo III}} \quad (11)$$

onde o subscrito CD refere-se ao corpo docente da unidade universitária.

A oferta de carga horária para atividades de ensino extraclasse é dada de maneira análoga à demanda (inclusive com o mesmo fator de proporcionalidade). Ou seja, com base na Equação 3, tem-se:

$$C_{EC,CD} = f_{EC} \cdot C_{AT,CD} \quad (12)$$

A oferta de carga horária para atividades de gestão, de capacitação e de pesquisa e extensão é idêntica à demanda. Assim, com base nas Equações 4, 8, 9, tem-se as Equações 13, 14, 15:

$$C_{CG,CD} = C_{CG,D} = \sum_{i=1}^{NTCG} C_i \cdot N_{CG,i} \quad (13)$$

$$C_{C,CD} = C_{C,D} = 40 \cdot f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) + 20 \cdot f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F}) \quad (14)$$

$$C_{PE,CD} = C_{PE,D} = \left[(N_{DE,A} + N_{DE,F}) \cdot (1 - f_{DE,C}) - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \right] \cdot [40 - C_{AT,DE} \cdot (1 + f_{EC})] + \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \cdot [40 - C_{AT,i} \cdot (1 + f_{EC}) - C_i] + (N_{20,A} + N_{20,F}) \cdot (1 - f_{20,C}) \cdot [20 - C_{AT,20} \cdot (1 + f_{EC})] \quad (15)$$

A oferta de carga horária total de outras atividades segue a mesma lógica adotada para o cálculo da respectiva demanda Equação 10, ou seja, é resultante da soma de todas as ofertas, excluídas apenas as aulas presenciais. Chega-se assim a uma equação muito semelhante à Equação 10, a menos da variável $C_{AT,CD}$ presente no primeiro termo do membro direito:

$$C_{OA,CD} = f_{EC} \cdot C_{AT,CD} + \sum_{i=1}^{NTCG} C_i \cdot N_{CG,i} + 40 \cdot f_{DE,C} \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F}) + 20 \cdot f_{20,C} \cdot (N_{20,A} + N_{20,F}) + \left[(N_{DE,A} + N_{DE,F}) \cdot (1 - f_{DE,C}) - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \right] \cdot [40 - C_{AT,DE} \cdot (1 + f_{EC})] + \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \cdot [40 - C_{AT,i} \cdot (1 + f_{EC}) - C_i] + (N_{20,A} + N_{20,F}) \cdot (1 - f_{20,C}) \cdot [20 - C_{AT,20} \cdot (1 + f_{EC})] \quad (16)$$

2.3. Recursos adicionais disponíveis

Estabelecidas as demandas e as ofertas, resta definir os recursos, que se referem ao número de vagas disponíveis à unidade universitária para concurso/contratação. Assim, considerando o número de vagas equivalentes a DE ($N_{DE,F,D}$) (BRASIL, 2007):

$$N_{DE,F,D} = N_{DE,F} + \frac{N_{20,F}}{3,1} \quad (17)$$

Dessa forma, foram apresentadas equações que definem as demandas (Equações 2-4, 8-10), equações que definem as ofertas (Equações 11-16) e, finalmente, a Equação 17 que estabelece uma relação direta entre duas incógnitas do modelo, quais sejam, o número de docentes a serem contratados em regime de DE ($N_{DE,P}$) e em regime de 20 horas ($N_{20,P}$), tendo-se como limitante o total de vagas equivalentes a DE disponibilizadas para a instituição.

3. Alternativas de resolução e aplicação do modelo proposto

Como visto na seção anterior, o problema é composto pelas Equações 2, 10, 11, 16, 17, tendo como incógnitas $N_{DE,P}$, $N_{20,P}$, $C_{AT,D}$, $C_{OA,D}$, $C_{AT,CD}$ e $C_{OA,CD}$, já que os demais parâmetros e variáveis deverão ser especificados. Portanto, temos cinco equações e seis incógnitas, sendo necessária mais uma equação ou condição para que o modelo possa ser resolvido. A região viável de valores inteiros para as incógnitas $N_{DE,F}$ e $N_{20,F}$ está diretamente atrelada ao valor especificado para o número de vagas futuras equivalentes a DE, ou seja, $0 \leq N_{DE,F}, N_{20,F} \leq N_{DE,F,D}$.

3.1. Solução algébrica

Mesmo considerando as diversas atividades universitárias com igual importância, as de ensino em aulas presenciais são um compromisso rígido, no sentido de que a demanda de horas nessas atividades tem que ser oferecida de forma exata, enquanto nas outras atividades existe algum grau de flexibilidade. Assim, é possível postular que a equação adicional necessária seja aquela que estabelece a igualdade de demanda e oferta nessa atividade:

$$C_{AT,D} = C_{AT,CD} \quad (18)$$

Com essa formulação, a demanda e a oferta de outras atividades, Equações 10 e 16, ficam desvinculadas das demais equações e, formalmente, deixam de fazer parte do problema deixando portanto de ter influência na solução. Essas duas equações,

então, deverão ser avaliadas após a solução, a fim de se verificar se seus resultados são satisfatórios. Com essa premissa, a solução é então obtida igualando-se as Equações 2 e 11, e substituindo a Equação 17 na expressão final, podendo-se optar por expressar a solução final em termos de futuros docentes em regime de DE ou futuros docentes em regime de 20 horas (Equação 19):

$$C_{AG,D} + f_{APG} \cdot \left(N_{DE,A} + N_{DE,F,D} - \frac{N_{20,F}}{3,1} \right) = C_{AT,DE} \cdot \left[N_{DE,A} + N_{DE,F,D} - \frac{N_{20,F}}{3,1} - \sum_{i=1}^{NTCG} N_{CG,i} \right] + \left(-f_{DE,C} \cdot \left(N_{DE,A} + N_{DE,F,D} - \frac{N_{20,F}}{3,1} \right) \right) + \sum_{i=1}^{NTCG} C_{AT,i} \cdot N_{CG,i} + C_{AT,20} \cdot \left[\frac{N_{20,A} + N_{20,F} - f_{20,C}}{(N_{20,A} + N_{20,F})} \right] \quad (19)$$

Assim, isolando o número de futuros docentes em regime de 20 horas na Equação 19, chega-se à solução final (Equação 21):

$$\left[\frac{f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)}{3,1} + (1 - f_{20,C}) \cdot C_{AT,20} \right] \cdot N_{20,F} = C_{AG,D} + [f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)] \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F,D}) + \sum_{i=1}^{NTCG} (C_{AT,DE} - C_{AT,i}) \cdot N_{CG,i} + C_{AT,20} \cdot (f_{20,C} - 1) \cdot N_{20,A} \quad (20)$$

ou

$$C_{AG,D} + [f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)] \cdot (N_{DE,A} + N_{DE,F,D}) + \sum_{i=1}^{NTCG} (C_{AT,DE} - C_{AT,i}) \cdot N_{CG,i} + C_{AT,20} \cdot (f_{20,C} - 1) \cdot N_{20,A} \quad (21)$$

$$N_{20,F} = \frac{(f_{20,C} - 1) \cdot N_{20,A}}{\frac{f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)}{3,1} + (1 - f_{20,C}) \cdot C_{AT,20}}$$

3.2. Formulação e solução do modelo como um problema de otimização

A solução dada pela Equação 21, embora satisfaça as equações do modelo, pode não satisfazer algumas restrições adicionais, como a necessidade de gerar números de professores inteiros, como será mostrado mais adiante. A fim de evitar essas soluções inviáveis, podemos especificar como condição adicional, em lugar da igualdade expressa pela Equação 18, o desejo de minimizar a diferença entre oferta e demanda, transformando o problema em um problema de otimização, no qual podemos acrescentar as restrições desejadas. Assim, definindo a diferença percentual absoluta entre oferta e demanda de aulas presenciais (d):

$$d_{AT} = 100 \cdot \frac{|C_{AT,D} - C_{AT,CD}|}{C_{AT,D}} \quad (22)$$

o problema de otimização pode ser formulado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{minimizar } f(N_{DE,F}) &= d_{AT} \\ N_{DE,F} &\in \mathbb{N} \\ N_{DE,F} &\leq N_{DE,F,D} \end{aligned} \quad (23)$$

A formulação acima resolve os problemas de soluções inviáveis, já que as restrições necessárias são consideradas explicitamente. Além disso, deve ser observado que d_{AT} pode ser expresso tanto como uma função do número de docentes de DE quanto de 20 horas. Nesse caso foi escolhido utilizar o número de docentes com DE como variável de decisão, já que essa escolha simplifica a formulação do problema na primeira restrição. No caso da escolha de $N_{20,F}$ como variável de decisão, a primeira restrição teria que ser formulada de maneira que o número restante de futuros docentes fosse igual a um número inteiro de docentes em regime de DE mais uma possível fração que fosse inferior a um docente em regime de 20 horas. De qualquer forma, mesmo adotando $N_{DE,F}$ como variável de decisão, é necessário reescrever a Equação 17 da seguinte forma, a fim de garantir também um número inteiro de docentes em regime de 20 horas:

$$N_{20,F} = \text{int} \left[3, 1 \cdot (N_{DE,F,D} - N_{DE,F}) \right] \quad (24)$$

onde int simboliza o arredondamento para o número inteiro mais próximo.

Garantir que a oferta seja superior à demanda pode não ser o mais adequado, como será discutido adiante. Mas, se isso for desejado, uma terceira restrição deve ser acrescentada:

$$\begin{aligned} \text{minimizar } f(N_{DE,F}) &= d_{AT} \\ N_{DE,F} &\in \mathbb{N} \\ N_{DE,F} &\leq N_{DE,F,D} \\ C_{AT,CD} &\geq C_{AT,D} \end{aligned} \quad (25)$$

A formulação acima pode parecer complexa e sofisticada, mas, tratando-se de um problema univariável, de variáveis naturais e com uma região de busca pequena, a sua solução numérica é simples, podendo-se utilizar o método de substituição direta (EDGAR; HIMMELBLAU, 1988), mapeando a função objetivo em todas as possíveis soluções. Essa solução é simples e de baixo custo computacional. Se a unidade de ensino avaliada é toda uma universidade, por exemplo, que possui 1.000 vagas disponíveis para concurso, a solução usando este método empregará somente a avaliação da função objetivo

1.001 vezes, o que computacionalmente é muito pouco e perfeitamente viável.

3.3. Formulação e solução do modelo como um problema de otimização multiobjetivo

A ocorrência de problemas nos quais se verifica a existência de mais de um objetivo a ser atingido ou de mais de um critério a ser satisfeito tem sido observada na área de gestão educacional, mais especificamente no desenvolvimento de metodologias de avaliação institucional, inclusive em nível de pós-graduação (FREITAS, COSTA, 2000; FREITAS, RODRIGUES, 2003; FREITAS, 2004; FREITAS; RODRIGUES, COSTA, 2009; RANGEL; GOMES, 2010). Nestes problemas podem ser utilizados métodos de AMD (auxílio multicritério à decisão) que, de modo geral, buscam o estabelecimento de uma relação de preferências entre as alternativas que estão sendo consideradas e avaliadas (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2002; CAMPOS; ALMEIDA, 2006; FREITAS; TREVIZANO; COSTA, 2008; TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008; VALOIS; ALMEIDA, 2009), e abordagens de conjunto de soluções ótimas de Pareto (CHANKONG; HAIMES, 1982; SCHAFFER, 1984; MIETTINEN, 1999; CASTRO, 2001; BRANKE et al., 2004), onde os diversos objetivos são considerados simultaneamente, sendo gerado um conjunto de soluções ótimas, e a solução final pode ser determinada por uma escolha subjetiva do gestor. Neste trabalho, dada a reduzida dimensão de objetivos analisados, aliada à desejável intervenção qualitativa do gestor na avaliação, foi adotada a abordagem de soluções ótimas de Pareto.

A formulação dada pelos modelos (23) e (25) resolve o problema de soluções inviáveis, mas não o problema da não consideração das outras atividades na solução obtida. Outro objetivo poderia ser o de minimizar a diferença percentual absoluta entre a oferta e a demanda referentes a outras atividades (d_{OA} , Equação 26) (o que exclui aulas presenciais), quais sejam, extraclasse, capacitação, gestão, pesquisa e extensão. Entretanto, o modelo proposto adota as seguintes premissas:

- Não há diferença entre oferta e demanda nas atividades de gestão, capacitação, pesquisa e extensão (Equações 13-15);
- A capacidade (oferta) de atividades extraclasse é diretamente proporcional à capacidade (oferta) de aulas presenciais (Equação 3);
- A demanda de aulas presenciais não se altera com o aumento de docentes em regime de 20 horas.

Dessa forma, conclui-se, conforme também mostrado através dos resultados (seção 4.2), que d_{OA} e d_{AT} possuem o mesmo comportamento funcional

em relação ao número de docentes em regime de 20 horas e a solução (número ótimo de docentes em regime de 20 horas) que minimiza d_{AT} também minimiza d_{OA} .

$$d_{OA}(N_{20,F}) = 100 \cdot \frac{|C_{OA,D} - C_{OA,CD}|}{C_{OA,D}} \quad (26)$$

Portanto, não há conflito entre esses dois objetivos. Porém, a unidade universitária pode ter outros objetivos institucionais que entrem em conflito com esses dois descritos, por exemplo a maximização de suas atividades de pesquisa, como será mostrado e discutido nas próximas seções. Como colocado anteriormente, esse problema pode ser contornado considerando-se um problema multiobjetivo, que vai gerar um conjunto de soluções ótimas de Pareto, ou não inferiores (TSOUKAS; TIRREL; STEPHANOPOULOS, 1982; GRAUER; LEWANDOWSKI; WIERZBICKI, 1984; SCHAFFER, 1984; BHASKAR; GUPTA; RAY, 2000; SARKAR; MODAK, 2005), e a solução final será escolhida por uma decisão qualitativa do gestor, como será mostrado posteriormente. Nestes casos, um problema de otimização multiobjetivo pode ser formulado da seguinte forma (ARENALES et al., 2007):

$$\begin{aligned} &\min\text{-max} \quad FO_1(N_{DE,F}) \\ &\min\text{-max} \quad FO_2(N_{DE,F}) \\ &N_{DE,F} \in \mathbb{N} \\ &N_{DE,F} \leq N_{DE,F,D} \end{aligned} \quad (27)$$

onde min-max indica que cada função objetivo pode ser minimizada ou maximizada, FO refere-se genericamente às duas (ou mais) funções objetivo a serem otimizadas. Nesta formulação, a solução do problema vai gerar não uma, mas um conjunto de soluções ótimas (soluções de Pareto, ou não inferiores), do qual uma das soluções será eleita qualitativamente como solução final. Esse conjunto de soluções é composto pelas duas soluções que minimizam (ou maximizam) as duas funções objetivo, além das soluções intermediárias entre esses dois extremos. Nesta formulação a terceira restrição também pode ser utilizada, modelo (25), mas ela pode prevenir a obtenção de um conjunto de soluções ótimas, restringindo o conjunto de soluções ótimas a uma única, e impossibilitando a interferência qualitativa do gestor, como também será mostrado adiante.

4. Resultados de simulação do modelo e discussão

4.1. Definição dos parâmetros do modelo

O modelo proposto possui alguns parâmetros que precisam ser definidos a fim de que ele possa ser utilizado. Embora a metodologia aqui descrita seja

independente dos valores dos parâmetros, e estes possam assumir diferentes valores em diferentes unidades de ensino com diferentes filosofias e objetivos, a discussão da definição destes parâmetros também é uma contribuição importante, já que pode ajudar os potenciais usuários na definição dos seus próprios valores.

Neste trabalho adotaremos como estudo de caso o Departamento de Engenharia Química da UFBA (Universidade Federal da Bahia). Dessa forma, a definição desses parâmetros estará balizada pelos objetivos e políticas subjacentes a este departamento, à Escola Politécnica da UFBA, sede do departamento, e à UFBA, bem como norteada pelos seus documentos legais (ALMEIDA FILHO, 2009, 2010).

Como colocado anteriormente, a demanda de aulas de graduação ($C_{AG,D}$) pode ser obtida através das disciplinas obrigatórias e optativas que o departamento tem que oferecer aos diversos cursos que são suportados por ele. Neste caso, a fim de se fazer uma utilização racional dos recursos docentes, é considerada 1 turma anual para cada conjunto de 45 alunos ingressos anualmente, e uma turma adicional para eventuais frações dessa quantidade, além de uma “reserva técnica” equivalente a duas disciplinas, a fim de satisfazer eventos sazonais tais como transições de currículos, demandas reprimidas, entre outros. Para as disciplinas optativas, considera-se a quantidade nominal prevista nas grades curriculares apenas dos cursos ancorados pelo departamento, neste caso específico os cursos de engenharia química e de engenharia de controle e automação. O resultado encontrado, assim como os valores dos demais parâmetros, é mostrado na Tabela 5.

Para o fator de aulas de pós-graduação (f_{APG}), foi considerada uma situação ideal onde cada docente em regime de DE lecionaria, semestralmente, uma disciplina optativa de 34 horas para os cursos de pós-graduação nos quais ele participa. Isso resultaria em um fator igual a 2. Considerando ainda que o departamento também ancora vários cursos de pós-graduação, que possuem também algumas disciplinas obrigatórias, esse fator foi elevado para 2,5. Aqui cabe um comentário em relação a esse fator. Para unidades onde a pós-graduação já é uma atividade bem estabelecida e sedimentada, a determinação deste fator é uma tarefa relativamente trivial. Porém, para unidades onde a pós-graduação é ainda uma atividade inexistente ou incipiente, há que se ter cautela na fixação deste parâmetro, já que retratar explicitamente a situação real pode impedir, inibir ou dificultar o desenvolvimento futuro dessa atividade na unidade.

Os números de docentes atuais ($N_{DE,A}$ e $N_{20,A}$) refletem a situação real do departamento, e para

as vagas futuras equivalentes a DE ($N_{DE,F,D}$) foram consideradas apenas aquelas vagas que já estão institucionalmente asseguradas por completo para o departamento.

Em relação à capacidade de aulas presenciais dos docentes que não ocupam cargos de gestão ($C_{AT,DE}$ e $C_{AT,20}$), foi utilizado o disposto nos novos documentos legais da instituição (ALMEIDA FILHO, 2009, 2010). Neste caso, são consideradas 10 horas semanais para docentes em regime de DE. Para docentes em regime de 20 horas foram consideradas 12 horas semanais, presumindo que esses docentes não orientarão alunos nem farão atividades de pesquisa ou extensão, limitando-se às aulas presencias e às atividades de apoio a essas aulas. Isso não significa que eventualmente alguns destes docentes não possam realizar algumas dessas atividades, mas reflete a política geral do departamento.

Em relação às atividades de gestão, os docentes do departamento aqui analisado são historicamente responsáveis pela chefia do próprio departamento, além da coordenação de cinco cursos de pós-graduação. Em dois outros cursos de pós-graduação, os docentes do departamento têm estado na coordenação em aproximadamente metade do tempo. Esses números totalizam, então, sete cargos de gestão ($N_{CG,1}$) que foram classificados como tipo 1. Para esses cargos, considera-se uma carga horária de gestão (C_1) de 20 horas semanais e uma capacidade semanal de aulas ($C_{AT,1}$) igual a 4 horas. Além disso, historicamente, docentes do departamento têm ocupado cargos de gestão na administração central e semelhantes. Esses cargos foram classificados como tipo 2, e considerou-se uma carga horária de gestão (C_2) de 40 horas semanais e uma capacidade semanal de aulas ($C_{AT,2}$) nula. De acordo com o histórico médio que tem sido observado, foi considerado um cargo deste tipo ($N_{CG,2} = 1$). Os docentes do departamento têm sido responsáveis ainda pela coordenação de dois cursos de graduação. Vem se observando, nos últimos anos, uma extrema dificuldade em se conseguir docentes voluntários para assumir tais coordenações, fenômeno este que não se observa na pós-graduação. Por esse motivo, e refletindo uma possível política interna do departamento no sentido de incentivar os docentes a assumir essas posições, esses cargos foram classificados como tipo 3 e equiparados, no que se refere ao encargo didático, a tipo 2, e no que se refere à carga horária de gestão a tipo 1, portanto $C_{AT,3} = 0$, $C_3 = 20$ e $N_{CG,3} = 2$ (isso significa, nominalmente, que 20 horas de trabalho destes docentes estarão alocadas para a gestão, e as demais 20 horas para pesquisa, orientação e extensão).

No que se refere à capacitação, foi assumido um valor de 0,1 para $f_{DE,C}$ o que significa que, em média,

10% do corpo docente com DE estaria afastado para capacitação. O fator de capacitação para docentes em regime de 20 horas ($f_{20,C}$) foi considerado nulo, refletindo uma política institucional. No entanto, de novo, isso não significa que o departamento não possa, eventualmente, liberar um destes docentes, assumindo esse ônus.

Dada a premissa de que os docentes em regime de 20 horas terão atribuição exclusiva de aulas, o fator de atividades extraclasse (f_{EC}) foi fixado em 2/3, que representa o complementar de 12 para o regime de trabalho de 20 horas semanais.

4.2. Resultados e discussão do dimensionamento do regime de trabalho

Utilizando os dados da Tabela 5 na Equação 21, obtém-se o resultado de 10,3 futuros docentes em regime de 20 horas e 1,7 docente em regime de DE. Como colocado anteriormente, essa solução não é adequada, pois não satisfaz a restrição de número inteiro de docentes. Assim, faz-se necessário usar as abordagens dos modelos de otimização (23) e (25). A diferença entre ambos refere-se ao fato de que o modelo (23) não considera como restrição rígida (severa) a necessidade de que a oferta (capacidade) de aulas presenciais seja maior do que a respectiva demanda. Para avaliar a aderência da oferta à demanda, define-se um parâmetro de déficit genérico, conforme a Equação 28. O modelo (25) impõe, portanto, a necessidade de um déficit (D_{AT}) negativo em relação ao atendimento de aulas presenciais.

$$D_i = 100 \cdot \frac{C_{i,D} - C_{i,CD}}{C_{i,D}} \quad i = AT, OA, EC \quad (28)$$

A Tabela 6 mostra o resultado da aplicação do método de substituição direta em toda a região de busca (que varia desde um número de futuros docentes em regime de DE igual 0 até um número máximo de 5, que corresponde ao total de vagas equivalentes a DE disponíveis para concurso/contratação), mapeando as funções objetivo. Os resultados apresentados servem para a análise do desempenho dos modelos de otimização (23) e (25). De acordo com o modelo (23), o resultado seria de nove futuros docentes em regime de 20 horas e dois docentes em regime de DE (função objetivo d_{AT} igual a 5,1, realçada na tabela). Já a utilização do modelo (25) conduz a uma solução de 12 futuros docentes em regime de 20 horas e um docente em regime de DE (função objetivo d_{AT} igual a 6,1, realçada na tabela) tendo-se, neste caso, a garantia de uma folga em relação ao atendimento à demanda ($D_{AT} = -6,1$).

Como já explicado na seção 3.3, a utilização de um modelo multiobjetivo [modelo (27)] considerando como

objetivos a minimização das diferenças percentuais absolutas entre as ofertas e as demandas de aulas presenciais e de outras atividades (ou seja, $FO_1 = d_{AT}$ e $FO_2 = d_{OA}$) não se faz necessária, pois neste caso não existem conflitos entre essas duas metas. Essa constatação também está comprovada nos resultados da Tabela 6 que mostra que as mesmas soluções seriam obtidas com os modelos (23) e (25) se a função objetivo utilizada fosse d_{OA} (função objetivo d_{OA} igual a 1,1 e 1,4, respectivamente, valores realçados na tabela), Equação 29. Verifica-se que a capacidade total de trabalho ($C_{T,CD}$) (Equação 30), definida como a soma das capacidades (ofertas) de aulas presenciais e de outras atividades] apresenta um comportamento crescente em relação ao número de docentes em regime de 20 horas, em conformidade com as premissas do modelo destacadas na seção 3.3.

$$d_i = 100 \cdot \frac{|C_{i,D} - C_{i,CD}|}{C_{i,D}} \quad i = AT, OA, EC \quad (29)$$

$$C_{T,CD} = C_{AT,CD} + C_{OA,CD} \quad (30)$$

A Tabela 6 mostra ainda que a capacidade de cargos de gestão é insensível à variável de decisão, pois ela está determinada tão somente pelas necessidades da instituição, e que a variação da capacidade de capacitação é pequena, já que ela é função apenas dos docentes em DE adicionais. A capacidade para atividades de pesquisa e extensão, no entanto, tem uma variação substancial, indo desde um valor de 278 (uma média de 15,4 horas por DE), até um valor de 383 (uma média de 16,7 horas por DE), numa variação de 38%. Dada a importância crescente dessas atividades, especialmente as atividades de pesquisa, essa é uma variável que pode suscitar a utilização da abordagem multiobjetivo do modelo (27). Assim, é possível, por exemplo, utilizar o modelo (25) juntamente com o modelo (31), para gerar, pelo método da enumeração completa (ou método da busca direta com intervalo fixo), o conjunto de soluções de Pareto (ou curva de Pareto ótima) mostrado na Figura 1.

$$\begin{aligned} \text{maximizar } f(N_{DE,F}) &= C_{PE,CD} \\ N_{DE,F} &\in \mathbb{N} \\ N_{DE,F} &\leq N_{DE,F,D} \end{aligned} \quad (31)$$

Este gráfico mostra o conflito entre as duas funções objetivo. O ponto DE = 5 é a solução ótima para a maximização da C_{PE} e desse ponto até o ponto DE = 1 essa função objetivo vai diminuindo linearmente. O ponto DE = 1 é a solução ótima para a minimização de d_{AT} . Desse ponto para o ponto DE = 2, há uma melhoria (diminuição) na função objetivo. Do ponto DE = 2 até o ponto DE = 5, há um aumento da função objetivo de forma também aproximadamente linear. Para essa função objetivo, no entanto, as soluções DE = 2 a DE = 5 são inviáveis, pois violam a restrição de déficit negativo. Neste caso, o gestor pode, por exemplo, escolher a solução DE = 1, que é viável para ambas as funções objetivo, ou pode relaxar a restrição de déficit (nesta simulação, por exemplo, é um déficit pequeno, de apenas 5%), admitindo que ele possa ser absorvido pelo conjunto de docentes, e optar pela solução DE = 2 (realçada na Tabela 5), que melhora ambas as funções objetivo. Nesta solução, o departamento resultaria em um com 20 docentes em DE, podendo liberar, continuamente, dois deles para atividades de capacitação.

4.3. Resultados e discussão do dimensionamento do corpo docente

Considere a solução DE = 2 como a solução ótima para o problema anterior. Esta solução conduzirá a um futuro departamento com 20 docentes em regime de DE e 12 docentes em regime de 20 horas, ou seja, 37,5% dos docentes do departamento em regime de 20 horas. Como colocado anteriormente, nos parece importante fixar limites mínimo (admitido o limite mínimo de zero para alguns departamentos ou unidades) e máximo (admitido também o limite máximo de cem para alguns departamentos ou unidades) para este percentual (devendo lembrar que, no caso da UFBA, a universidade como um todo deve atender a um limite máximo inferior a 50% (ALMEIDA FILHO, 2006), a fim de atender a legislação pertinente com alguma tranquilidade). Para a maioria das unidades, porém, limites adequados não deverão estar nos extremos. Para um departamento de engenharia, por exemplo, vamos admitir que esses limites sejam 15 e 33,3%. Neste caso, o resultado anterior mostra

Tabela 6. Mapeamento das restrições, da função objetivo e de seus componentes.

$N_{DE,F}$	$N_{20,F}$	$C_{AT,D}$	$C_{AT,CD}$	C_{AT}	d_{AT}	$C_{EC,D}$	$C_{EC,CD}$	C_{CG}	C_C	C_{PE}	$C_{OA,D}$	$C_{OA,CD}$	d_{OA}	D_{OA}	d_{EC}	D_{EC}	$C_{T,CD}$
0	15	260,5	306,0	17,5	-17,5	173,7	204,0	220,0	72,0	278,0	743,7	774,0	4,1	-4,1	17,5	-17,5	1080,0
1	12	263,0	279,0	6,1	-6,1	175,3	186,0	220,0	76,0	299,0	770,3	781,0	1,4	-1,4	6,1	-6,1	1060,0
2	9	265,5	252,0	5,1	5,1	177,0	168,0	220,0	80,0	320,0	797,0	788,0	1,1	1,1	5,1	5,1	1040,0
3	6	268,0	225,0	16,0	16,0	178,7	150,0	220,0	84,0	341,0	823,7	795,0	3,5	3,5	16,0	16,0	1020,0
4	3	270,5	198,0	26,8	26,8	180,3	132,0	220,0	88,0	362,0	850,3	802,0	5,7	5,7	26,8	26,8	1000,0
5	0	273,0	171,0	37,4	37,4	182,0	114,0	220,0	92,0	383,0	877,0	809,0	7,8	7,8	37,4	37,4	980,0

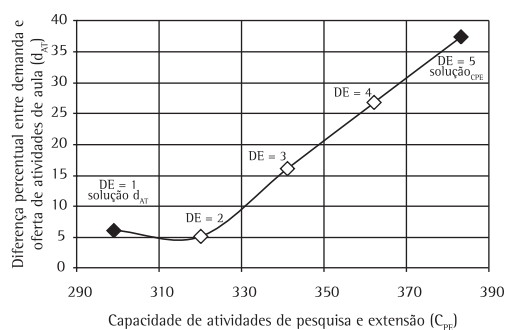


Figura 1. Conjunto de soluções ótimas de Pareto para minimização de d_{AT} e maximização de C_{PE} .

que o departamento está subdimensionado (assim como poderia estar superdimensionado, caso o percentual resultante estivesse abaixo do limite inferior) em termos de professor-equivalente, e o seu número de vagas para concurso deve ser aumentado (assim como deveria ser diminuído, caso estivesse superdimensionado). Neste caso, o mesmo modelo pode ser utilizado, com algumas pequenas adaptações. Outros limites também podem ser formulados. Por exemplo, neste departamento atípico, responsável por dez cargos de gestão, poderia ser especificado um limite mínimo de docentes com DE igual a duas vezes e meia o número de cargos de gestão, o que significaria que, na média, cada docente de DE ocuparia um cargo de gestão durante dois anos, a cada período de cinco anos. Vamos, no entanto, nos ater ao caso do percentual de docentes em regime de 20 horas. Primeiro, é necessário estabelecermos a equação dos limites propostos:

$$p_{20,min} \leq 100 \cdot \frac{N_{20,A} + N_{20,F}}{N_{DE,A} + N_{DE,F} + N_{20,A} + N_{20,F}} \leq p_{20,max} \quad (32)$$

onde p é o percentual de docentes, e os subscritos min e max referem-se a mínimo e máximo, respectivamente. Para o caso de unidades subdimensionadas, que é o caso analisado aqui, o corpo docente deve ser especificado no limite superior (no caso de unidades superdimensionadas, o corpo docente deveria ser especificado no limite inferior):

$$100 \cdot \frac{N_{20,A} + N_{20,F}}{N_{DE,A} + N_{DE,F} + N_{20,A} + N_{20,F}} = p_{20,max} \quad (33)$$

Neste caso, introduzimos uma nova equação no sistema, e também uma nova incógnita, já que o número de futuros docentes ($N_{DE,F,D}$) será calculado, e não especificado. Aqui não é necessária uma abordagem de otimização, sendo suficiente a utilização das Equações 21 e 33, e um arredondamento para cima da solução encontrada que respeite a definição de professor-equivalente e o limite percentual.

A Equação 33 pode ser reescrita, utilizando a Equação 17, como:

$$100 \cdot \frac{N_{20,A} + N_{20,F}}{N_{DE,A} + N_{20,A} + \left(1 - \frac{1}{3,1}\right) \cdot N_{20,F} + N_{DE,F,D}} = p_{20,max} \quad (34)$$

que pode ser resolvida para $N_{DE,F,D}$:

$$N_{DE,F,D} = \left(\frac{100}{p_{20,max}} - 1 \right) \cdot N_{20,A} + \left(\frac{100}{p_{20,max}} - \frac{2,1}{3,1} \right) \cdot N_{20,F} - N_{DE,A} \quad (35)$$

Substituindo a Equação 35 na Equação 21 e resolvendo para $N_{20,F}$:

$$N_{20,F} = \frac{C_{AG,D} + [f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)] \cdot \left(\frac{100}{p_{20,max}} - 1 \right) \cdot N_{20,A} + \sum_{i=1}^{NTCG} (C_{AT,DE} - C_{AT,i}) \cdot N_{CG,i}}{[f_{APG} + C_{AT,DE} \cdot (f_{DE,C} - 1)] \cdot \left(1 - \frac{100}{p_{20,max}} \right) + (1 - f_{20,C}) \cdot C_{AT,20}} \quad (36)$$

Avaliando a Equação 36 com os dados da Tabela 5, resulta em $N_{20,F} = 8$. Utilizando este resultado nas Equações 35 e 17, obtêm-se $N_{DE,F} = 4$, após arredondamento, e $N_{DE,F,D} = 6,6$, resultando em $p_{20} = 33,3\%$, indicando a necessidade adicional de 1,6 vagas equivalentes a DE. Esta distribuição naturalmente satisfaz a demanda de aulas, já que ela considerou a Equação 18 em sua formulação.

Para ilustrar a possibilidade do superdimensionamento, se este departamento dispusesse de 11,6 vagas, ao invés de 5, a distribuição recomendada seria de 11 concursos para DE e 2 para 20 horas, resultando em $p_{20} = 14,7\%$, indicando que o departamento estaria com vagas em excesso, devendo redistribuir este excesso para outro departamento não superdimensionado. Para este departamento se situar no centro da faixa proposta, que está em torno de 25%, seria necessário $N_{DE,F,D} = 9,6$, o que significaria a necessidade de 4,6 vagas adicionais, e resultaria em $N_{20,F} = 5$ e $N_{DE,F} = 8$. Todos esses resultados estão sumarizados na Tabela 7.

Fica claro que a abordagem aqui empregada tende a maximizar docentes em 20 horas sob restrição de recursos, e a maximizar docentes em DE sob abundância de recursos. Isso pode ser observado também através das soluções de Pareto para um número crescente de $N_{DE,F,D}$ como mostra a Figura 2.

Todos esses resultados dão um suporte bastante importante para o planejamento e a gestão dos recursos docentes, por exemplo, para delinear uma estratégia

para a realização de concursos. Neste estudo de caso, os resultados mostram que o departamento deveria realizar pelo menos dois concursos para o regime de 20 horas, e estes concursos deveriam ser prioritários, podendo chegar até um máximo de nove, ou mais. A definição final do número ótimo dependerá de alguns condicionantes importantes nessa decisão.

Se o departamento, por exemplo, não tem boas perspectivas de conseguir mais vagas além das cinco já garantidas, o número de concursos para 20 horas deve ser maior, chegando até oito (situação recomendada para o percentual limite de 33,3%) ou nove (situação recomendada para o número de vagas atualmente disponíveis), ou até mesmo mais. Essa última hipótese pode ser considerada caso o departamento já tenha em seus quadros docentes em regime de 20 horas que tenham perfil e interesse em mudar para o regime de DE. Esta é outra questão nova introduzida pela lei: docentes e unidades universitárias não terão mais ampla liberdade para alterações de regime de trabalho na direção de 20 horas para DE, mas dependerão da disponibilidade de professores-equivalentes; docentes

que alterarem o seu regime de DE para 20 horas poderão não conseguir fazer a alteração reversa. Na segunda hipótese, consideração estrita do número de vagas atualmente disponíveis, o departamento violaria o limite máximo de docentes em 20 horas caso optasse por fazer os nove concursos para o regime de 20 horas. Assim, mesmo considerando estritamente o número de vagas disponíveis, ele poderia optar por fazer um número menor de concursos para 20 horas, por exemplo seis, a fim de aumentar o percentual de docentes com DE. Neste caso, um estudo como o aqui apresentado seria muito útil para se ver com clareza onde o departamento poderia compensar para cumprir as suas demandas de aulas, especialmente da graduação, por exemplo: reduzindo o seu potencial de capacitação (ou condicionando esta liberação à obtenção de professor substituto junto à administração central), reduzindo o oferecimento de disciplinas optativas, aumentando a capacidade de aula de seus docentes em regime de DE, com ou sem cargo de gestão, diminuindo os encargos de gestão que possam ser diminuídos, entre outros.

Tabela 7. Alternativas de dimensionamento do corpo docente.

Alternativas	p_{20}	$N_{DE,F,D}$	Vagas adicionais	$N_{DE,F}$	$N_{20,F}$	Resultado	Global
						$(N_{DE,A^+DE,P})$	$(N_{20,A^+20,P})$
Situação atual	37,5	5,0	0,0	2	9	20	12
Limite superior	33,3	6,6	1,6	4	8	22	11
Centro da faixa	24,2	9,6	4,6	8	5	26	8
Limite inferior	15,2	10,6	5,6	10	2	28	5

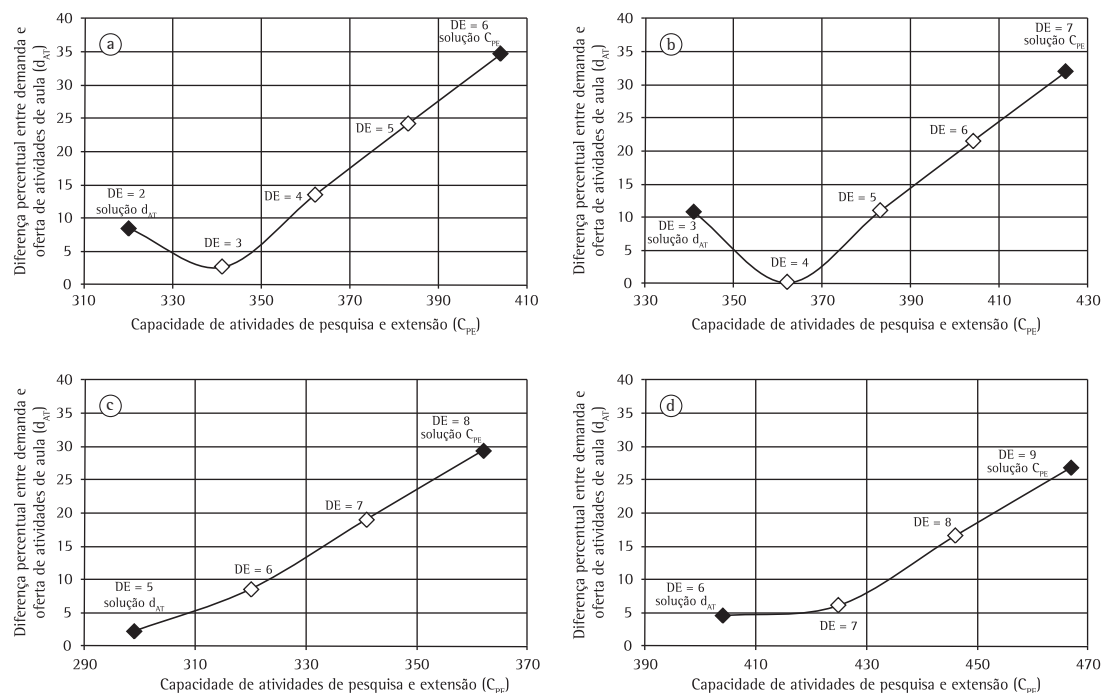


Figura 2. Conjuntos de soluções ótimas de Pareto para minimização de d_{AT} e maximização de C_{PE} : (a) $N_{DE,F,D} = 6$; (b) $N_{DE,F,D} = 7$; (c) $N_{DE,F,D} = 8$; (d) $N_{DE,F,D} = 9$.

Na primeira hipótese, fazer o número de concursos de 20 horas recomendado para o percentual limite de 33,3%, o departamento deveria envidar esforços de negociação junto às instâncias superiores para a obtenção de mais vagas para concurso. Mais uma vez, a apresentação de um estudo detalhado como o aqui proposto se revestiria de uma poderosa arma para se obter sucesso nessa negociação.

Se o departamento tem boas perspectivas de conseguir mais vagas além das cinco já garantidas, então manter a realização de concursos para 20 horas em um número baixo, por exemplo dois (ou um pouco mais, considerando o perfil e a expectativa de alguns docentes em regime de 20 horas passarem para o regime de DE), pode ser uma estratégia interessante. Neste caso, de novo, serão necessários esforços de negociação junto às instâncias superiores para a obtenção de mais vagas para concurso.

5. Conclusões

Este trabalho propôs um modelo consistente e amplo para o dimensionamento do corpo docente e do regime de trabalho deste corpo docente para unidades universitárias (departamentos, faculdades, escolas, institutos ou até mesmo a universidade como um todo), tendo mostrado o seu desenvolvimento e as justificativas das suas formulações. Este modelo não é conflituoso com os indicadores estabelecidos pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni). Antes pelo contrário, ele é complementar, podendo-se interpretá-lo como um modelo de projeto para unidades universitárias, enquanto os indicadores relativos ao Reuni podem ser interpretados como modelos de acompanhamento da operação dessas unidades. O modelo é bastante completo, considerando todas as atividades típicas do docente universitário: ensino de graduação e pós-graduação (aulas), atividades de ensino extraclasse, pesquisa e orientação, extensão, gestão e capacitação/afastamentos. A despeito da sua completude, ele tem um espectro de aplicabilidade muito grande, visto que essas atividades são consideradas de forma bastante genérica. Nesse sentido, os principais parâmetros do modelo que podem ser ajustados para adequá-lo a situações específicas são a capacidade de aulas dos docentes, os fatores de aulas de pós-graduação, de capacitação e de atividades extraclasse, e os percentuais máximo e mínimo aceitáveis de docentes em regime de 20 horas.

A aplicação do modelo ao estudo de caso de um departamento mostrou a sua consistência e a sua utilidade como uma poderosa ferramenta de planejamento e gestão de recursos docentes. Neste caso, de um lado, ele pode ser utilizado para determinar como vagas disponíveis em uma unidade universitária

devem ser utilizadas, em termos da definição do regime de trabalho em concursos futuros. De outro lado, ele pode também ser utilizado para determinar se essa unidade está sobre ou subdimensionada em termos de recursos docentes, sendo necessário redistribuir vagas ainda não utilizadas para outras unidades, no primeiro caso, ou obter mais vagas junto às instâncias superiores, no segundo caso. Seja em um caso ou no outro, a aplicação da metodologia aqui proposta permite se obter uma fotografia e um diagnóstico bastante precisos e amplos da situação da unidade em termos de suas atividades docentes, sendo uma ferramenta de apoio bastante importante na tomada de decisão consciente desta unidade no que se refere à alocação de seus recursos docentes nas diversas atividades, e, eventualmente, nas decisões relativas a quais atividades devem ser sacrificadas em um cenário de recursos docentes deficientes.

Referências

- ALMEIDA FILHO, N. M. *Resolução 01/06 - Regulamenta o Regime de Trabalho dos Docentes do Magistério Superior*. Salvador: Conselho de Ensino, Pesquisa de Extensão, Universidade Federal da Bahia, 2006.
- ALMEIDA FILHO, N. M. *Novo Estatuto da UFBA*. Salvador: Conselhos Superiores, Universidade Federal da Bahia, 2009.
- ALMEIDA FILHO, N. M. *Regimento Geral da Universidade Federal da Bahia*. Salvador: Conselho Universitário, Universidade Federal da Bahia, 2010.
- ARENALES, M. et al. *Pesquisa Operacional*. Elsevier, 2007.
- BHASKAR, V.; GUPTA, S. K.; RAY, A. K. Applications of Multiobjective Optimization in Chemical Engineering. *Reviews in Chemical Engineering*, v. 16, 1-54, 2000. <http://dx.doi.org/10.1515/REVCE.2000.16.1>
- BRANKE, J. et al. Finding knees in multi-objective optimization. In CONFERENCE ON PARALLEL PROBLEM SOLVING FROM NATURE - PPSN, 8., 2004, Heidelberg. *Proceedings...* Heidelberg: Springer, 2004. p. 722-731.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Portaria Normativa Interministerial nº 22, de 30 de abril de 2007. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 02 maio 2007.
- CAMPOS, V. R.; ALMEIDA, A. T. Modelo Multicritério de Decisão para Localização de Nova Jaguaribara com Vip Analysis. *Pesquisa Operacional*, v. 26, p. 91-107, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382006000100005>
- CASTRO, R. E. *Otimização de Estruturas com Multi-objetivos Via Algoritmos Genéticos de Pareto*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- CHANKONG, V.; HAIMEES, Y. *Multiobjective Decision Making*. North-Holland Series in System Science and Engineering, 1982.
- COSTA, J. V. *Avaliação, Acreditação e Regulação*. 2005. Disponível em: <http://jvcosta.planetaclix.pt/artigos/aval_acred_reg.html>.
- EDGAR, T. F.; HIMMELBLAU, D. M. *Optimization of Chemical Processes*. Cingapura: McGraw-Hill Book Company, 1988. 652 p.

- EMBIRUÇU, M.; C. FONTES, L. A. ALMEIDA. Um Indicador para a Avaliação do Desempenho Docente em Instituições de Ensino Superior. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 18, n. 69, p. 795-820, 2010.
- FREITAS, A. L. P. A Auto-Avaliação de Instituições de Ensino Superior: Uma Importante Contribuição para a Gestão Educacional. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 1, p. 1-15, 2004.
- FREITAS, A. L. P.; COSTA, H. G. Uma Análise Multicritério para Classificação de Candidatos a Programas de Pós-Graduação. In: CONGRESO LATINO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y SISTEMAS - CLAIO, 10., 2000, Ciudad de Mexico, México. *Anais...* Ciudad de Mexico, 2000.
- FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A Estruturação do Processo de Auto-avaliação de IES: Uma Contribuição Para a Gestão Educacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 23., 2003, Ouro Preto. *Anais...* AEPRO, 2003.
- FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G.; COSTA, H. G. Emprego de uma Abordagem Multicritério para Classificação do Desempenho de Instituições de Ensino Superior. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 17, p. 655-674, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40362009000400006>
- FREITAS, A. L. P.; TREVIZANO, W. A.; COSTA, H. G. Uma Abordagem Multicritério para Problemas Decisórios com Múltiplos Grupos de Avaliadores. *Investigação Operacional*, v. 28, p. 133-149, 2008.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2002.
- GRAUER, M.; LEWANDOWSKI, A.; WIERZBICKI, A. Multiple-Objective Decision Analysis Applied to Chemical Engineering. *Computers and Chemical Engineering*, v. 8, 285-293, 1984. [http://dx.doi.org/10.1016/0098-1354\(84\)80006-X](http://dx.doi.org/10.1016/0098-1354(84)80006-X)
- MELLO, A. B. F. et al. *Diretrizes Gerais do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI*. SESu/MEC, 2007.
- MIETTINEN, K. *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Boston: Kluwer, 1999.
- RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M. O Apoio Multicritério à Decisão na Avaliação de Candidatos. *Produção*, v. 20, p. 92-101, 2010.
- SARKAR, D.; MODAK, J. M. Pareto-Optimal Solutions for Multi-Objective Optimization of Fed-Batch Bioreactors Using Nondominated Sorting Genetic Algorithm. *Chemical Engineering Science*, v. 60, p. 481-492, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ces.2004.07.130>
- SCHAFER, J. D. *Multiple Objective Optimization with Vector Evaluated Genetic Algorithms*. 1984. Tese (Doutorado)-Vanderbilt University, Nashville, 1984.
- TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento Sistemático de Layout com Apoio de Análise de Decisão Multicritério. *Produção*, v. 18, p. 609-624, 2008.
- TSOUKAS, A.; TIRREL, M.; STEPHANOPOULOS, G. Multiobjective Dynamic Optimization of Semibatch Copolymerization Reactors. *Chemical Engineering Science*, v. 37, p. 1785-1795, 1982. [http://dx.doi.org/10.1016/0009-2509\(82\)80050-X](http://dx.doi.org/10.1016/0009-2509(82)80050-X)
- VALOIS, U.; ALMEIDA, A. T. Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para Terceirização de Atividades Produtivas Baseado no Método SMARTS. *Produção*, v. 19, p. 249-260, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132009000200003>

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

A model for the design of the teaching staff to support decision making in planning of higher education institutions

Abstract

This paper proposes, develops and applies a model for the design of the teaching staff of university units (departments, colleges, schools, institutes or even the University as a whole) and the optimal design scheme of the working arrangements composition of this teaching staff. The importance, contribution and contemporary opportunity of the work are justified especially in light of the new teacher-equivalent law. The model covers all activities relevant to university teaching and practice (undergraduate and postgraduate teaching, research and guidance, extension, management and training) and, although tailored specifically for federal institutions of higher education (IFES, *Instituições Federais de Ensino Superior*), it can easily be suitable for use in IES (*Instituições de Ensino Superior*, higher education institutions) from other spheres of government and even in community, religious or private IES. Furthermore, the model is complementary and not competing with the indicators established by REUNI (support program for the restructuring and expansion of federal universities) and may be regarded as a design tool for university units, while the latter can be considered as tools for monitoring the operation of these units. The model is quite generic, allowing its wide application in various types of university units, and some of its parameters can be adjusted to meet specific goals and policies of these units. Applying the model to the case study of a department shows its consistency and utility, including as a powerful tool to support decision making in planning and managing of teacher resources at IES.

Keywords

Sizing and design. Support for decision making, planning and managing teacher resources. Working arrangements. Institutions of higher education. Teacher-equivalent. Pareto solutions.