



Australian Government

Geoscience Australia

Department of Climate Change and Energy Efficiency

AusAID



Record 2012/58 | GeoCat 73848

Guia Monitoriamentu kona-bá Bee-rai-okos Timor-Leste

Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima
ba bee-rai-okos iha Timor-Leste

Baskaran Sundaram, Luke Wallace and Lindsay Furness



Prepara ba Governu Austrália Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia **Jullu 2012**

Guia Monitoriamentu kona-bá Bee-rai-okos Timor-Leste

Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste

PREPARA BA GOVERNUN AUSTRÁLIA DEPARTEMENTU MUDANSA KLIMA NO
EFISIÊNCIA ENERGIA

HUSI GEOSCIENCE AUSTRALIA

Jullu 2012

husi

Baskaran Sundaram¹, Luke Wallace¹ and Lindsay Furness²



Australian Government

Geoscience Australia

Department of Climate Change and Energy Efficiency

AusAID



-
1. Geoscience Australia
 2. BESIK project, EDTL compound, Dili, Timor-Leste

Disclaimer:

Relatóriu ne'e prepara ona husi **Geoscience Australia** ba Governu Austrália, representa-nia Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia (DCCEE). Apoiu fundu ba prepara relatóriu ne'e fô husi Programa Asisténsia Stratégia Adaptasaun, ne'ebé implementa husi DCCEE.

Relatóriu ne'e inklui hanoin no rekomendasaun husi parte terseiru sira no la nesesariamente refleta hanoin husi Governu Australia, ka indika komitmentu polítika ka kauza asaun partikular ruma.

Mezmu iha ona esforsu maka'as atu asegura integridade, prezisaun no konfiabilidade matéria ne'ebé hakerek iha dokumentu ne'e, nein-ida husi *Commonwealth* nomós **Geoscience Australia** garantia katak informasaun iha relatóriu ne'e ses husi erru no omisaun. *Commonwealth* no **Geoscience Australia** la simu forma liabilidade, tantu kontratuál, ekstrakontratuál ka forma selseluk, ba kontiúdu relatóriu ka konsekuénsia ruma hamosu husi utilizaun ka konfiansa ruma fô ba ne'e. Matéria iha dokumentu ne'e hanesan informasaun jerál de'it, no iha intendementu katak Governu Austrália la fô akonsellamentu profesionál ba asuntu partikular. Molok atu halo asaun ka desizaun ruma bazeia ba materiá ne'e sani-nain sira tenke hetan konsellu propriu husi profesional independente.

Nota Direitu-autor:

© *Commonwealth* husi Austrália 2012

Servisu ne'e hetan lisensa tuir *Creative Commons Attribution 3.0 Australia Licence*. Atu hetan kopia lisensa ne'e, haré <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/au/>.

Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia afirma direitu ba hetan rekoiñesimentu hanesan na'in ba direitu kopia husi matéria orijinal liu-hosi maneira tuir-mai:



© *Commonwealth* Austrália (Departementu Mudansa Klima no Efisiénsia Enérgia) 2012.

ISSN 1448-2177

ISBN 978-1-922103-81-9 (PDF, Tetum)

ISBN 978-1-922103-82-6 (Print, Tetum)

ISBN 978-1-922103-69-7 (PDF, English)

ISBN 978-1-922103-70-3 (Print, English)

GeoCat # 73848

Bibliographic reference: Sundaram, B., Wallace, L. no Furness, L., 2012. *Guia Monitoriamentu kona-bá Bee-rai-okos Timor-Leste - Avaliasaun vulnerabilidade impaktu husi mudansa klima ba bee-rai-okos iha Timor-Leste*. Rejistu 2012/58. Geoscience Australia: Canberra.

Contents

Kompriénde kona-bá Bee-rai-okos.....	1
Saida mak Bee-rai-okos?	1
Bee-rai-okos iha Timor-Leste	1
Bee-rai-okos hanesan rekursu ida	1
Ekstraksaun Bee-rai-okos afeta ba bee nia disponibilidade no kualidade.....	1
Bee-rai-okos nia rekarga	1
Bee-rai-okos nia movimentu	1
Kontaminasaun ba Bee-rai-okos	2
Fura Posu Bee-rai-okos	3
Métodu halo Perfurasaun bee.....	3
<i>Perfurasaun Auger.....</i>	3
<i>Perfurasaun rotaria Anin.....</i>	3
<i>Perfurasaun rotaria Tahu</i>	3
<i>Perfurasaun ho Fiu</i>	4
<i>Téknolojia Direct Push</i>	4
<i>Perfurasaun Sóniku.....</i>	4
<i>Vibrokompresaun</i>	4
Konstruksaun Posu	4
Instalasaun Piezometer klarek.....	5
Monitoriamentu ba Bee-rai-okos.....	7
Saida mak monitoriamentu ba bee-rai-okos?	7
Monitoriamentu ba Bee-rai-okos – Objetivu sira.....	7
Frekuénsia no durasaun husi monitoriamentu ba bee-rai-okos	7
Monitoriamentu ba Nivel Bee-rai-okos.....	8
Monitoriamentu ba Nivel Bee-rai-okos	8
Métodu Monitoriamentu ba Nivel Bee-rai-okos	8
<i>Suka total bee-klean husi posu ida.....</i>	8
<i>Sukat klean too ba nivel bee.....</i>	8
Monitoriamentu ba Bee-rai-okos nia Sampel no Kualidade.....	10
Sampel Bee-rai-okos.....	10
Monitorizasaun kualidade Bee-rai-okos	10
barometru testu kampu.....	11
<i>pH</i>	11
<i>Konduktividade Eletrikál</i>	11
<i>Temperatura.....</i>	12
<i>Dizolve oksijen.....</i>	13
<i>Redox Potensiál (Eh)</i>	13
<i>Alkalinidade uza alkalinidade titrator</i>	14
Sampel hidrokímiku.....	15
<i>Filtrasaun ba Sampel bee-rai-okos.....</i>	15
<i>Filtru Saringa</i>	15
Prosedimentu Amostrajein no preparasaun sampel	16
<i>Aniaun.....</i>	16
<i>Kasaun maior no minor</i>	16
<i>Trace metál</i>	17
kualidade Mikrobiolojia ba Bee-rai-okos	17
Guia kona-bá Kualidade Bee	21

Asuransia Kualidade/Kontrolu Kualidade	23
Asuransia Kualidade	23
Kontrolu Kualidade.....	23
<i>Lakuna</i>	23
<i>Duplika Sampel</i>	24
<i>Aumenta Duplikadu Sampel</i>	24
<i>Balansu Kasaun-Aniaun</i>	24
Referénsia	25
Apendize 3: Korente husi REjistu Kustodia	28
Apendiz 4: Rejisu Barametru Kalibrasaun iha Terrenu	29

Kompriénde kona-bá Bee-rai-okos

SAIDA MAK BEE-RAI-OKOS?

Bee-rai-okos mak bee ne'ebé halibur hamutuk iha rai laran iha fatuk kuak ka fatuk leet. Fatuk kuak no leet sira ne'ebé eziste iha rai-okos ne'e refere ba hanesan porozita ka fratura. Bee-rai-okos iha rekursu ne'ebé boot tebes no iha bee barak liu fali bee sira iha mota, lagua no iha mundu no Timor-Leste. Fatuk sira ne'ebé mak halibur bee-rai-okos no hasulin bee mak hanaran aquifêru sira. Aquifêru sira ne'e tipikamente konsiste husi fatukrahun, raihenek, fatuk kalkáriu ka fraturadu sira.

BEE-RAI-OKOS IHA TIMOR-LESTE

Bee-rai-okos hetan kuaze iha Timor-Leste ralan tomak, maibé rekursu bee-rai-okos ne'e distribui la hanesan nomós iha kualidade no kuantidade la hanesan husi fatin ida ba fatin seluk. Iha Timor-Leste bee-rai-okos mosu iha tipu aquifêru prinsipál tolu: Sedimentária, intergranulár no fizuradu husi formasaun karstiku sira iha fatuk fraturadu; no fatuk sira ho bee-sulin lokalizadu ne'ebé kompostu husi fatuk fraturadu no sedimentu tahu.

BEE-RAI-OKOS HANESAN REKURSU IDA

Ema Timor-Leste sira depende ba bee-rai-okos durante estasaun wailoro wainhira bee iha rai-leten sira maran. Iha Timor-Leste, bee-rai-okos uza hanesan bee hemu ba comunidade sira iha urbanu no rurais, nomós uza ba halao atividade indústriia no agrikultura. Ema sira iha area remotas bele moris ho bee matan ida ka rua, balun seluk hetan bee husi beematan natural. Bee-rai-okos mós sai hanesan parte importante husi ekosistema, sulin ba dolok laran, mota no lagua sira.

EKSTRAKSAUN BEE-RAI-OKOS AFETA BA BEE NIA DISPONIBILIDADE NO KUALIDADE

Bee-rai-okos sai ona rekursu alternativu ba abastesimentu bee-rai-leten iha tinan hirak ne'e nia laran iha Timor-Leste tanba periodu wailoro naruk. Maibé wainhira ekstraksaun bee-rai-okos barak liu fali bee ne'ebé suli-tama iha tempu udan, nivel bee-rai-okos sei menus no fó impaktu ba bee-rai-okos nia produsaun no kualidade. Purezemplu:

- Produsaun tuun signifika katak bee oitoan mak disponivel ba abastesimentu bee doméstiku, armajein bee hemu, irigasaun no bee ba uzu sira seluk tan;
- Beematan, beekadalak no mota sira ne'e hetan bee husi bee-rai-okos bele menus ka maran totál, fó kauza negativu ba efetu ekolojika sira;
- Redusaun iha fluxu beemota bele la sufisiénte ba diluzaun husi diskarega beesaher, rezulta iha polusaun ba bee iha rai leten;
- Aumenta ameasa husi intruzaun beematin ba iha abastesimentu bee fresku iha rai-okos iha rejiaun konsteira sira; no
- Deteriorizasaun ba bee-rai-okos nia kualidade.

BEE-RAI-OKOS NIA REKARGA

Bee rai-okos nia rekarga ne'e mai husi infiltrasaun bee husi rai leten ka udanbeen ba iha aquifêru ida. Aquifêru boot barak iha Timor-Leste mak jeralmente hetan rekarga direta husi udanbeen ka sulin husi mota ka lagua sira. Tipu rekarga ida ne'e jeralmente namkari iha fatuk permeável ne'ebé mak iha, maibé iha area karstiku, rekarga ne'e barak maka liu-hosi fiatura karstiku no lokalizadu. Estimatzasaun loloos husi rekarga sai nafatin dezafiu boot ida ba jestor bee-rai-okos sira.

BEE-RAI-OKOS NIA MOVIMENTU

Aquifêru la'os de'it fatin ba halibur bee-rai-okos iha Timor-Leste, maibé sai hanesan mós fatin ba beedalan hodi bee sulin iha rai-okos. Bee-rai-okos sulin husi aquifêru ida nia area rekarga too ba zona deskarga, area ida ne'ebé nivel bee intersekta iha rai-leten.

Ein jeral bee-rai-okos sulin naneik liu no tenke iha presan natoon hosi bele dudu bee suli liu-hosi fatuk leet sira iha aquiféru porosita nia laran. Bee-rai-okos sulin husi nivel bee ás ba nivel badak – diresaun husi bee sulin normalmente suli tuir topografia iha rai leten. Karega bee sulin ás iha aquiféru sira mak iha sekuénsia metru kada loron no depende ba tipu material aquiféru, maibé bele tuun liu metru ida kada tinan. Ida ne'e bele too tinan, dekada ka tinan atus resin ba bee atu sulin liu-hosi aquiféru sira balun. Maibé iha aquiféru sedimentaria kompostu husi material porozu ne'ebé maka'as tebes (raihenek koarse) ka fatuk fraturadu ho loke luan (fraturadu basaltu) karega bee suli relativamente lalais. Iha kazu balun bee bele para iha rai-okos ba loron balun de'it ka semana balun de'it molok suli sai ba zona diskarga. Bee-rai-okos bele naturalmente diskarga ba iha beekadalak, beematan, dolok ka tasi-laran.

KONTAMINASAUN BA BEE-RAI-OKOS

Kontaminasaun ba bee-rai-okos bele asociadu ho rekursu espesifiku balun ka bele mosu ba iha area barak (laiha-pontu rekursu). Rekursu sira husi kontaminasaun ba bee-rai-okos iha Timor-Leste ne'e iha barak no oioin, inklui: husi bee sulin arbiru, uzu no halibur kimiku, instalasaun no manutensaun tanki bee, pozisaun rai-halai, bee-estraga ka bee-saher iha urbanu; armajein beedalan ne'ebé lokalizadu no lagua sira ne'ebé uza husi indústria. Kontaminante sira bele maka'as atu husik-sai, ho polusaun ne'ebé dala barak rezulta iha estragu permanente ba aquiféru. Ida ne'e di'ak liu atu prevene kontaminasaun ba bee-rai-okos duke gastu rekursu barbarak liutan ba hamós fali kontaminasaun sira ne'e.

Fura Posu Bee-rai-okos

Dalan fasil liu atu asesu ba bee-rai-okos mak atu fura bee posu. Posu bele fura manualmente atu hetan bee ne'ebé besik rai-ibun. Maibé, karik aquifêru ida klean iha metru balun, mákina perfurasaun bee preziz ba halo perfurasaun. Eskollia fatin ba konstrusaun perfurasaun bee preziza tebtebes koiñesementu lokál kona-bá hídrojeolojikal no ekipementu ne'ebé propio. Posu bee-rai-okos hothotu tenke fura, haloot no equipadu didi'ak. Métodu perfurasaun bee balun deskreve iha seksaun ne'e adapta ona husi Sundaram et al. (2009).

MÉTODU HALO PERFURASAUN BEE

Métodu halo perfurasaun bee nee iha barak no oioin, hahú husi ke'e ho ekipamentu liman too ba perfurasaun ho ekipamentu lalais no sufistikadu sira. Kontaminasaun ba posu ibun no fatin besbesik sira preziza atu prevene durante fura no halo konstrusaun ida ba posu. Bee nia kontamine sira hanesan materiál lubrikante, oilu, mina, tinta-rahun, sasan tos no plastiku sira bele afeta suitabilidade husi posu ba monitoriamentu bee-rai-okos, liu-liu monitoriza kontaminante sira.

Iha métodu barbarak mak utiliza iha monitoriamentu ba perfurasaun posu. Wainhira fura posu ne'ebé mak monitoriza, *lithological log* ida (no prefere liu mak interpretaun *stratigraphic* ida) tenke halo duni husi ema ne'ebé mak peritu hodi bele identifika fiatura importante sira. Métodu sira ne'ebé mak utiliza dala barak liu mak deskreve hanesan tui-mai.

Perfurasaun Auger

Métodu perfurasaun *Auger* funsiona iha mekanika hamos rai-kuak ne'ebé fasil wainhira halo perfurasaun. Métodu ne'e elimina nesesidade ba perfuramentu fluidu (bee ka anin) no nia mós hamenus influénsia potensia husi fluidu introduzidu ida. Maibé perfurasaun *auger* iha potensia maka'as ba tahu kaer ka hetan kontaminasaun tui rai-kuak, tantu afeta bee-rai-okos sulin ka aumenta kontaminante sira-nia konsentrasaun.

Perfurasaun *auger* ne'e jeralmente utiliza iha rai no fatuk mamar sira ba iha posu sira ne'ebé relativamente klarek. Ida ne'e posivél atu inserta revestimentu ba iha kanun ida hafoin supa sai ho *auger* husi raikuak. Ida ne'e la preziza atu haluan diamentu posu, maibé bele partikularmente útil ba iha rai no raihenek.

PERFURASAUN ROTARIA ANIN

Perfurasaun rotaria anin utiliza dulas kanu nia matan hodi kombina ho sirkulasaun anin ne'ebé hamoos no hú sai fatuk no rai ba rai-leten. Vantajeín fundamentu husi perfurasaun rotaria anin mak formasaun ne'ebé rai bee iha tendensia fasil atu identifika wainhira hetan bee. Dezvantajeín husi perfurasaun rotaria anin mak iha potensia ba oksidasaun, volatilizasaun no presipitasaun husi substansia relevante. Intródusaun husi presaun anin maka'as bele fó diturbasaun ba bee dalan no perfil hídrokimikál iha aquifêru sira.

PERFURASAUN ROTARIA TAHU

Perfurasaun rotaria tahu opera iha prinsipiu hanesan perfurasaun rotaria tahu eksepu mak liquidu uza hanesan sirkulasan *mediu*. Tahu aditivu sira utiliza atu tulun loke raikuak ida no prevene rai naksobu iha formasaun mamar no la metin. Uza liquidu bele influénsia formasaun, no sampel bee-rai-okos iha maneira sira hanesan tui-mai:

- Fluidu perfura bele suli tama ba aquifêru no kahur malu ho bee-rai-okos;
- Partikel tahu ka produktu kimíku sira seluk iha tahu perfurasaun bele *soveira* ka altera kimíku propriédade bee-rai-okos;
- Tahu bele limita ka taka tiha bee-rai-okos nia dalan; no

- Atensaun tenke fó hodi dezenvolve raikuak hafoin perfurasaun atu aseguira tahu ne'e fasi moos ona husi triajein interval.

PERFURASAUN HO FIU

Perfurasaun ho Fiu involve hiit no hatuun besi perfurasaun lolon balun ba rai-okos hodi kee-rai ho besi ne'e. Fatuk rahun sira ne'ebé ke'e ne'e sei supa-sai hotu mai iha rai maran ho mákina perfurasaun. Fiu mákina perfurasaun ne'e dada ne'niek no bele hanesan atu hametin material aquiféru sira ne'ebé mak iha rai-kuak

TÉKNOLOJIA DIRECT PUSH

Téknolojia *Direct Push* (DP) hanesan métodu alternativu ba tékniku perfurasaun konvensionál hodi koko bee-rai-okos no instala monitoriamentu ba posu iha materia la kosolidadu hanesan tahu, silte, raihenek, no fatukrahan. Materiál sira ne'e apropríadu ba halo sampel iha zona saturadu ho klean too metru 20. Tipikalmente, trek ne'ebé monta ho martelu mékaniku ka ekipamentu hídrauliku ne'ebé mak utiliza hodi dudu kanun ba ba raikuak-laran ka hatuun kanun ba too duni nia klean ho kanun ulun-meik ida. Kanu ne'ebé assembleia ona tenke haketak tiha husi ezpozisaun taes sampel. Atu direitamente obriga ema sira ne'ebé foti sampel rai, tau sees no tulun atu forma *seal* anulár ida iha zona sampel nia leten. Téknolojia *Direct push* sira ne'e jeralmente atu instala lalais liu no ekonomiku liu ba densidade sampel ás. Sira prodúz oitoan ka la tesi durante instalasaun. DP Bee-rai-okos ne'ebé instala ona la apropríadu ba volume sampel ás, sira la hetan rekomendasaun wainhira *telescoped bores* ijije atu prevene migrasaun husi kontaminasaun iha *confining layer* nia okos, no bele la borus fatuk tos sira, fatuk sira iha okos no *unconfined layer* sira eluk tan.

PERFURASAUN SÓNIKU

Perfurasaun sóniku nu'udar tékniku foun ida, ne'ebé iha frekuénsi vibraasaun maka'as kombina ho rotasaun hodi dudu kanu perfurasaun. Kanu nukleu ne'e dadasai no sampel book-an tuun ba iha plastiku ka bandeja nukleu ida. Vantajein husi tékniku ne'e mak relativamente kontinua no sampel jeolójikál ne'e la hetan disturbu, sei utiliza perfurasaun fluidu ka kontaminante poténsiál sira seluk.

VIBROKOMPRESAUN

Métodu vibrokompresaun ne'e utiliza wainhira kondisaun rai la kave ba gravidade korer sira ka iha penetrasaun boot husi tasi been karik nesesariu. Medida standar husi ekipamentu vibrokompresaun sei prodúz iha sampel nukleu nia diámetru ho milimetru 86 ba másimu too klean metru 6. Iha agregat grosu diámetru nia luan too mm 150 bele hetan. Métodu ida ne'e utiliza dala barak iha investigasaun jeoteknikál indústriá no bele tau iha bee klean too metru 1000.

KONSTRUKSAUN POSU

Posu bee-rai-okos presija atu konstruidu iha standar di'ak hodi aseguira kontinuaasaun no kredibilidade dadus ne'ebé hetan durante durasaun posu ne'e. Kuandu konstrui posu ida (haré Figura 1), matéria *revesti mento* sei determinadu husi posu nia klean no rekejitu sera husi monitoriamentu, inklui tipu kontaminasaun ne'ebé mak monitoriza hela. Materia hirak tuir mai tenke konsidera, bazeia ba saida mak ita monitoriza hela:

- PVC, *stainless steel* no *fibreglass* sira di'ak tebes ba monitoriza substansia organiku sira balun.
- PVC ka *fibreglass* ne'e di'ak tebes ba monitoriza substansi inorganiku barak, liu-liu iha bee korosivu (ka bee masin)

Revestimentu ba monitoriza perfurasaun tenke junta ho mekániku hodi ivita kontaminasaun husi solvente sira hanesa PVC hodi hamos ka semente. Organika oleu (hanesan hídrokabonu) tenke la utiliza iha revestimentu junta, kanu perfurasaun ka ekipamentu karik sampel ba organika ne'e presiza.

Kaskállu bele utiliza hodi ivita siltasaun wainhira fatukrahun aquifêru ida hetan. Furo anél tenke atu koidadu no ense hanesan iha nivel ida pelomenus metru ida ás liu interval ta'es husi nivel kaskállu. Taes no kaskállu nia interval tenke la bele instala iha unidade jeolojikal diferente ka zona bee-nia hela fatin sira.

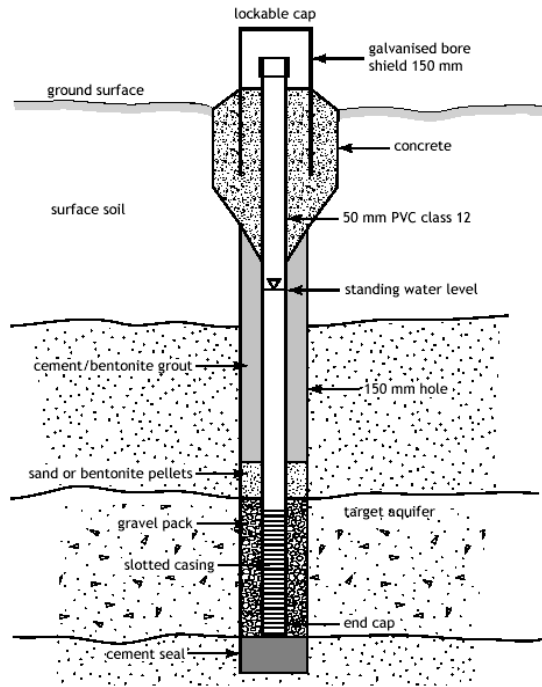


Figura 1: Tipiku monitoriamentu bee foru ida (adota husi ARMCANZ, 2003)

Semente ka segel *bentonite* ida iha minimu mahar metru ida tenke tau iha kaskállu nia leten hodi iveita bee nia movimentu husi bee-rai-leten ka entre aquifêrus ira. Segel *bentonite* bele konstruidu utiliza pelota hatama naneik tuun ba iha ánel.

Foru **tenke** konstruidu hodi ivita mosu-kontaminasaun ba aquifêru sira. Liu-liu atensaun presiza ba halo wainhira tau pozisaun *screen* hanesan ne'e bele loke dalan entre aquifêru sira. Furo hothotu tenke taka ho kappa hodi prevene ingresu husi bee-rai-leten, rairahun no substansia selseluk husi liur no ivita estragu.

Foru tenke klaramente tau marka ho foru nia naran no númeru ID.

Informasaun adisionál kona-bá foru nia rekerimentu konstrusaun no standar bele hetan husi dokumentu *rekerimentu konstrusaun minimu ba foru bee sira iha Austrália* (ARMCANZ, 2003).

INSTALASAUN PIEZOMETER KLAREK

Ekipamentu

Ekipamentu ne'ebé ita-boot sei presiza atu instala *piezometer* ida (Figura 2) mak hanesan:

- *auger* (naruk too metru 5) ho *tip mm* 100
- fatin ba fatukrahun no raihenek, ho medida rai-uut tipikal depende ba litólojia aquifêru
- *bentonite pellets* (molok-bee hoban)
- Konkretu pre-mikstura
- Mantél *galvanise* ida ka *pita* tahu (luan natoo hodi takameten piezometru iha rai leten)
- Pipa PVC ekstra no hanaruk nia junta
- Kado-besi

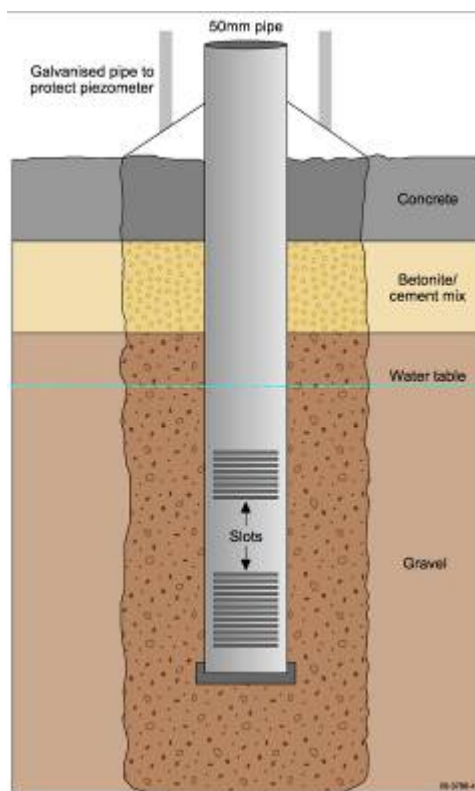


Figura 2: Seksaun kruza husi piezometer ida

Prosedura

1. Uza *auger* hodi kee rai-kuak to nia luan ba prepara *piezometer*. Klean tenke minimu hanesan, maibé prefere atu klean liu duke nivel bee.
2. Tau fatuk-rahun oitooan iha raikuak nia okos. Tau *piezometer* iha raikuak nia klaran, asegura katak nia luan too pelomenus mm 100 husi rai-okos.
3. Ense pipa-nia sorsorin ho fatuk-rahun sira, too mm 400 husi rai-leten.
4. Ense mm 300 tan ho konkretu/*bentonite slurry*, no restu husi konkretu ho masasemente. Halo konkretu ne'e haliis atu bee bele suli liu, reduz kontaminaun sira ne'ebé bel akontese husi piezometru ho bee iha rai leten.
5. Tau pasta diamentu boot ida (tipikalmente PVC ka be *galvanise*) iha the piezometru nia leten hodi reduz estragu ruma ne'ebé bele mosu.
6. Dala barak wainhira halo perfurasaun ka *augering* rai kuak, partikularmente iha formasaun tahu, didilon pergurasaun bele sai foer ho tahu. Atu asegura bee-rai-okos sulin ho didi'ak, ida ne'e rekomenda katak konstrusaun posupergura tenke bomba sai ka lokesai ba periodu imediatu hafoin halo konstrusaun no molok bee-posu ne'e uza ba halo monitoriamentu. Ida ne'e sei hasa'e material restu no kiik sira husi *anulu*.

Monitoriamentu ba Bee-rai-okos

SAIDA MAK MONITORIAMENTU BA BEE-RAI-OKOS?

Monitoriamentu ba bee iha rai okos hanesan meiu ida atu halibur informasaun kona-bá kondisaun husi aquíferu ida nian. Monitoriamentu ba bee iha rai okos fô informasaun kona-bá disponibilidade no kualidade bee-rai-okos no nia hanesan parte integrál ida husi jestaun ba bee. Idealmente nivel bee-rai-okos no kualidade husi monitoriamentu tenke halao iha area hothotu ne'ebé mak rekursu bee-rai-okos sira hetan ekstrasau ba uzu oioin.

MONITORIAMENTU BA BEE-RAI-OKOS – OBJETIVU SIRA

Objetivu fundamentu sira husi monitoriamentu ba bee-rai-okos inklui:

- Estabelese liñabaze kualidade husi bee-rai-okos ne'ebé mosu naturalmente no avalia impaktu husi ema moris nia atividade ba kuadaliidade bee-rai-okos
- Dokumenta mudansa ruma ne'ebé akontese ba iha bee-rai-okos husi tempu ba tempu
- Avalia no halo prediksaun kona-bá atuasaun husi sistema hídrolójiku ba variasaun klimátiku natural no bomba bee assesivamente

Posuperfura sira iha area estudu barak liu hatudu fatin potensial ba sampel bee-rai-okos. Ida ne'e hanesan prátika komun ba halo sampel iha estrutura bee sira iha rai leten no udanbeen hodi integra ho kimika bee-rai-okos.

FREKUÉNSIA NO DURASAUN HUSI MONITORIAMENTU BA BEE-RAI-OKOS

Karik monitoriamentu ne'e halo ba avaliasaun rekursu bee-rai-okos baziku, ida ne'e rekomenda atu halo sampel trimestral ba nivel bee-rai-okos sira, halo sampel kada fulan neen ba indikador kualidade baziku (eg. Kondutividade elektrikal (EC) no temperatura (T)) no nesesidade bazeia ba sasukat kuadaliade selseluk sira (Tabela 1). Koleksaun ba tempu naruk (dekade ida ka rua) husi nivel bee rekomenda hodi kompriénde didi'ak asuntu sira ne'ebé mak asosiadu ho disponibilidade no sustentabilidade bee-rai-okos (USGS, 2001).

Tabela 1: Frekuénsia indikativu husi monitoriamentu ba objetivu oioin husi monitorizasaun ba bee-rai-okos (adopta husi Timms et al. 2009)

OBEJETIVU BA HALO MONITORIAMENTU	NIVEL BEE-RAI-OKOS	INDIKADOR KUALIDADE BEE-RAI-OKOS (EG. EC, T)	SASUKAT KUALIDADE BEE-RAI-OKOS
Monitoriamentu Rekursu Baziku	Trimestral	Semestral	Wainhira presiza
Monitoriamentu ba Rekursu iha area Sensitivu sira (eg. <i>Númeru dadasai bee, Risku husi impaktu ba kualidade bee-rai-okos</i>)	lorloron	Fulfulan	Trimestral
Prosesu rekarga no atuasaun udanbeen	Lorloron ka kada hórás	Fulfulan ka kada hórás	Wainhira presiza
Sukat konfinamentu Aquíferu no armajein espesifiku	Kada oras ka kada minutu 15 *	-	-
Pontu kontaminaasaun ba rekursu – impaktu poténsial [^]	Trimestral	Trimestral	Semestral
Difuza kontaminaasaun rekursu – impaktu poténsial	Semestral	semestral	Anual

* Inklui sasukat presaun barométriku iha fatin posuperfuraasaun, [^] Depende ba nivel protesaun bee iha rai-okos. ** Seleksaun husi barometru apropriadu husi kualidade bee ba teste depende ba meta husi monitoriamentu, kontaminante posivel no limitasaun sira iha analiza kostu.

Monitoriamentu ba Nivel Bee-rai-okos

MONITORIAMENTU BA NIVEL BEE-RAI-OKOS

Nivel bee iha rai-okos afetadu husi variasaun klimátiku natural nomós afetadu husi uzu espesífiku sira, hanesan konsume husi húmanu, atividade industriál no agrikulturál. Ida ne'e importante tebtebes atu monitoriza nivel bee iha rai-okos regularmente iha aquifêru sira hodi tulun jere rekursu bee-rai-okos sira ho didi'ak. Métodu monitoriamentu ba nivel bee-rai-okos deskreve iha seksaun ne'e adopta husi Sundaram et al. (2009).

MÉTODU MONITORIAMENTU BA NIVEL BEE-RAI-OKOS

Totál bee nia klean no klean too ba nivel bee tenke sukat iha posu molok ka atu halo eksperimentu ruma. Sasukat nivel bee iha rai-okos bele fô informasaun kona-bá distribuisaun laterál no vertikal no gradiente hídrauliku iha aquifêru idak-idak no entre aquifêru sira iha sistema aquifêru ne'ebé hatudu ona. Sasukat bee-rai-okos ba tempu naruk bele fô informasaun kona-bá tendensia temporál iha nivel bee-rai-okos sira (nomós ba direasaun bee-sulin no karega) tanba efetu sira husi wailoro naruk, iventu udan tau maka'as no bomba bee husi rai-okos.

Suka totál bee-klean husi posu ida

Kuandu monitoriza posu ne'ebé la ekipadu barometru primeiru mak sukat totál bee-klean (TD) husi postu refere. Wainhira monitoriza posu ne'ebé mak iha ekipamentu bomba instala kompletu no permanente no la fô asesu ba fatin posu ne'e, TD la bele atu sukat. Totál bee-klean tenke hetan liu husi bee-nain ka ema ne'ebé hetan bee ne'e no hakerek iha Formulariu Informasaun Posuperfura (Apendize 2). Konsidera kata sasukat bee-klean hothotu ne'ebé hasai husi bee-matan ka kanu rohan (iha marka pontu ida, hanesan pontu kadeadu). Kuandu, nia ás liu rai-fohon husi pontu referensia ne'e tenke mós atu sukat.

Husi tempu ba tempu, baze ba halo monitorizasaun posu sira tenke silta tiha, no ida ne'e bé akontese too ba iha interval *slotted*/ta'es nia fohon. Kompara totál bee-klean ho bee-klean ne'ebé mak dokumenta ona iha tempu halo konstrusaun bele signifíkante hodi determina estatutu husi posu ne'e.

Ekipamentu

Totál posu nia klean bele sukat uza sasan todan ida anéxa ho fita métriku. Utiliza fita métriku ida ne'ebé pelomenus naruk hanesan ho posu nia klean ne'ebé mak atu sukat. Atu ivita sala iha sasukat bee klean utiliza sasan ida ne'ebé todan tebes ne'ebé bele fasil atu tuun too bee kidun.

Prosedura

1. Hatuun sasan todan ne'e ba iha posu too bee-kidun, wainhira too ona fita sei hamamar-an rasik.
2. Hiit no hatuun fita ne'e ba dalas balun hodi 'senti' bee-ikun husi posu ne'e.
3. Hanoin nafatin atu hatama medida husi sasan todan ne'e iha sasukat fita (karik ida ne'e seidauk halo nia sasukat)
4. Hakfahek ás husi posu ne'e iha nivel rai-leten husi sasukat ne'e.
5. Rejistu rezultadu hanesan totál klean (iha metru) husi posu iha Formulariu informasaun posuperfura.
6. Hamoos fita ne'e molok atu uza fali tan.

Sukat klean too ba nivel bee

Klean too ba nivel bee iha posu mós hanaran klean too bee-rai-okos ka *tanding water level* (SWL). Métodu sira no instrumentu sira ne'ebé utiliza hodi kolekta no rejistu nivel bee-rai-okos sira bele varia substansialmente. Instrumentu komun sira mak hanesan *fox whistle*, *plopper* no Fita sasukat, Fita elektrikal, presaun transdúzer no presaun *meteran*.

Klean ba nivel bee tenke suka no rejistu molok atu halo eksperimentu. Nivel bee la bele atu sukat iha posu sira ne'ebé iha ona produsaun, tanba la bele atu halo asesu direita ba ekipamentu sira. Posu ida ne'e la bele atu utiliza ba monitor nivel bee. Posu produsaun balun bele, maibé iha posu adisional husi diamentu kiik ne'ebé instala espesifikamente ba objetivu monitoriamentu ba nivel bee. Posu ida ne'e bele halo iha posu boot nia sorin no bele uza ba halo ekstraksaun ba bee.

Sukat nivel bee uza metru nivel bee ida

Iha metru nivel bee oioin no metru ba bee rai leten ne'ebé disponivel iha merkadu. Metru nivel bee uza sonda ida ne'ebé mak anéxa ba fita polifilene marka permanente ida, hanehan metin ho *reel* (Figura 3). Sonda ne'e detekta prezensa husi kondutividade likidu entre nia elektroda dura no haforsa husi bateria standar ida ho voltajein 9. Kuandu kona ona malu ho bee, sirkuit ne'e taka, haruka sinal fila hekas mai *reel*. Ida ne'e hamosu naroman no ahi-lakan ida. Nivel bee bele determina ona liu hosi lee direktamente fita ne'e, husi posu fohon ka posu nia kuak. Utiliza guia fita ida fô akurasia lolós no proteje fita ne'e.



Figura 3 : Metru nivel bee

Monitoriamentu ba Bee-rai-okos nia Sampel no Kualidade

SAMPEL BEE-RAI-OKOS

Sampel representativu bee-rai-okos ida bele kolekta husi rai-kuak ne'ebé dadaun ne'e eziste. Nia nesesariu hodi muda bee ne'ebé nalihun husi rai-kuak molok foti sampel. Ida ne'e mak hanaran saneamentu. Nia rekomenda katak maizumenus volume revistimentu tolu husi bee tenki muda molok eksperimenta. Baibain kontinua bomba husi rai-kuak hafoin volume revistimentu tolu muda ona to tempu ruma wainhira pH, EC no temperatura husi bee ne'ebé sulin observa estavel. Ho nune'e deit mak sampel ida ne'ebé hetan sei konsidera hanesan representativu husi bee-rai-okos ne'ebe haleu iha aquiféru rai-kuak. Sampel bee-rai-okos balun no métodu análizasaun deskreve iha seksaun ida ne'e adapta ona husi Waterwatch (2005) no Sundaram et al. (2009).

MONITORIZASAUN KUALIDADE BEE-RAI-OKOS

Monitorizasaun kualidade bee-rai-okos bele halo ho objetivu oioin. Balun inklui:

- Kompriende estatutu dadaun ne'e husi kualidade bee iha aquiféru
- Determina ba uzu spesifiku ne'ebe séreve.
- Detekta tendensia longu prazu iha kualidade bee-rai-okos
- Detekta kontaminasaun suspeitu.
- Prevene no/ka remediaasaun husi masin bee ne'ebé tama iha aquiféru kosteira

Depende ba objetivu husi monitorizasaun, bele halo testu ba barometru lubun ida. Barometru hanesan pH, kondutividade elétrika (EC), temperatura, dizolve oksijéne (DO), *redox* potenciál (Eh) no alkalinidade tenki sukat iha rai-kuak. Barometru rai-kuak bele sukat uza metru multibarometru—baibain ho elektroda ida ba kada barometru (Figura 4). Importante atu kalibre ezatu metru molok uza nia, no regularmente durante uza hasoru padraun ne'ebé ita hetene no bazeia ba padraun prosedimentu operasionál. Prosedimentu kalibrasaun iha oioin entre metrus no entre manufaktura ne'eduni importante atu halo tuir nia instrusoens ne'ebé fornesidu hamutuk ho nia ekipamentu.



Figure 4: Teste hodi sukat rai-kuak uza metru multi barometru

Elektroda barak mak kalibradu uza padraun solusaun. Wainhira halo kalibrasaun metru ida, rekorda nia data iha folha de padraun, temperatura no nia kalibrasaun. Ida ne'e sei grava kumprimentu husi kada metru no forñese evidensia katak prosedimentu kualidade uza ona. Apendíze 4 forñese ezemplu ida ba folha rekorda kalibrasaun kampu ida.

BAROMETRU TESTU KAMPU

pH

Metru pH sukat pH no temperatura, no ajusta akaptasaun bazeia ba sampel temperatura (tamba pH la-hanesan ho temperatura). Bee-rai-okos pH mak propriedade fundamentál ne'ebé deskreve asididade no alalinidade.

Ekipamentu

Ekipamentu ne'ebé ita presiza ba métodu ida ne'e inklui:

- Metru pH
- Sampel botir
- Bee deionised
- Solusaun kalibrasaun no kontentor

Kalibrasaun

Metru-sira tenki kalibradu ho solusaun supa-bee molok kada viajein sampel no periódikamente durante eksperimenta, ezemplu kada sampel sanulu tenki halo pasa revista karik kalibrasaun metru namlele bá-mai. Pasa revista ba iha padraun kalibrasaun tenki entre ± 0.1 unidade pH husi supa-bee ne'ebé uza. Se karik ita bo'ot uza metru kalibrasaun pontu-rua, ezemplu uza solusaun supa-bee iha 4.01 no 7.00. Se karik ita bo'ot uza kalibrasaun metru pontu-tolu, ezemplu uza solusaun supa-bee iha 4.01, 7.00 no 10.01. Solusaun supa-bee husi pH 4.01 sei vale ba fulan 3, maibe solusaun ba pH 7.00 sei vale ba fulan 6 karik rai iha fatin malirin ne'ebé nakukun ka dook husi loron matan.

Prosedimentu

1. Solur didiak elektroda ho bee deionised.
2. Tau elektroda iha sampel. Hein to minutu 2–3 hodi hein to estabiliza maibe tenki toma nota katak mudansa balun sei akontese tamba pH reaje ho karbon dioxida ne'ebé nabeen husi ár.
3. Rekorda rezultadu iha Informasaun *Bore* no Folha Análiza Kampu (refere ba Apendíze 2).
4. Iha laboratóriu, sukat periódikamente solusaun kalibrasaun pH hodi testu nia ezatidaun. Se karik mak nia namlele bá-mai, re-kalibradu elektroda uza solusaun supa-bee foun ida.

Manutensaun

Sempre halo tuir rekomendasoes husi manufatura. Se karik laiha, solur didiak elektroda ho bee deionised, rai fila-fali *cap* ho solusaun 3M Potasiu Klorida wainhira ramata.

Konduktividade Eletrikál

Konduktividade elektrikál (EC) mak hanesan sasukat indirektu ida ba salinidade bee, métodu ida ne'ebé mak komún no konviniente liu wainhira uza ba teste bee.

Ekipamentu

Ekipamentu ida ne'ebé ita presiza ba métodu ida ne'e inklui:

- Metru electrical conductivity
- Matadalan operasionál ba metru no probe
- Solusaun kalibrasaun
- Bee deionised

Kalibrasaun

Uza solusaun kalibrasaun konduktividade ida (baibain potasiu klorida) hodi kalibra metru ba iha nivel ida ne'ebé ita sei hakarak. Ezemplu, solusaun potasiu klorida *molar* 0.01 ida iha

konduktividade 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no solusaun potasiu klorida *molar* 0.001 iha konduktividade 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Atu prepara solusaun konduktividade *molar* 0.01 ida, halo nabeen potassium chloride 0.7456 (ne'ebé hamaran ona kalan ida iha 105°C) iha bee deionised no hamihis ba 1 L (ne'e bele rai durante fulan 6). Atu prepara solusaun *molar* 0.001 ida, uza potasiu klorida 0.7456 (ne'e bele rai ba fulan 3). Solusaun rai iha fatin maran, nakukun no fatin malirin.

Karik ita nia metru EC laiha inbuilt temperature probe (ezemplu laiha kompensasaun temperature automátiku) garante katak ita bo'ot nia solusaun kalibrasaun mak to iha temperatura 25°C molok kalibrasaun, se lae bele rezulta erru signifikante. Ezemplu, karik metru mak kalibradu uza solusaun ida iha 15°C, nia sei fó erru ba iha akapta sampel ne'ebé mak 20% ás liu.

Hasai solusaun kalibrasaun ho volume kiik ba iha kontentor kiik ida ne'ebé mos hodi uza wainhira halo kalibrasaun metru. Soe tiha solusaun ne'ebé uza tiha ona (labele tau fila-fali ba iha botir). Labele hatama bee iha kontentor ne'ebé rai solusaun. Solur elektrodas he bee deionised.

Prosedimentu

1. Molok teste sampel, kalibra ita bo'ot nia metru.
2. Iha nia fatin, solur elektroda ho bee deionised.
3. Hamout elektroda ba iha sampel no se karik nesesariu, hili nivel konduktividade ne'ebé apropiadu.
4. Labele hatama probe klean ka dook liu (probes/metru balun la takanetik mantel ba pontu sira iha leten ne'e).
5. Muda elektroda neneil iha sirklu ba minutu ida to'o dijital refere akapta estabiliza ka kontinuantemente hakat/muda entre numeru rua.
6. Rekorda rezultadu iha Informasaun *Bore* no Folha Análiza Kampu (refere Apendise 2).
7. Solur elektroda ho bee deionised.

Manutensaun

Solur elektroda ho bee deionised. Hamaran elektroda no kose dala ida deit ho kuidadu (labele de'ut ka kose) nia ho tualla; taka fila-fali nia matan no halot fila-fali metru iha ita bo'ot nia ekipamentu. Presiza atu halot didiak elektroda mos no maran.

Atu garante akaptasaun ne'ebé ezatu, periódikamente ita bo'ot tenki hamos elektroda ho espiritu alkohol. Tau iha tubu kímiku ida ho espiritu alkohol ne'ebé naton hodi kobre nia no husik nia hamrik to'o

15–20 minutu. Muda elektroda no hamos nia ho soft tissue hoban iha espiritu alkohol.

Ikus liu solur nia ho bee ne'ebé distilladu.

Temperatura

Ekipamentu

Ekipamentu ne'ebé ita presiza ba métodu ida ne'e mak Kopu termometru ida ka metru dijital ida. Molok uza Kopu termometru, pasa revista glass karik nakfera no pasa revista koluna alkohol ka merkuria karik tohar ka át ona.

Prosedimentu

1. Hatun thermometer sentrimetrus balun ba iha sampel bee hafoin nia kolektadu.
2. Hein to minutu ida, to'o nia reading estavel.
3. Haree nia temperatura to'o besik iha 0.5°C bainhira bot ka temperatura probe sei hoban nafatin iha bee; tenki garante katak ita bo'ot akapta ho matan iha nivel ida ne'ebé besik.
4. Rekorda ita bo'ot nia rezultadu iha Informasaun Foru no Folha Análiza Kampu (Apendise 2).

Manutensaun

Hafoin uza, solur thermometer ka meter probe ho bee mos, hamaran no tau fila-fali nia iha kontentor ida ne'ebé protejidu. Rai thermometer dook husi foer no kontaminasaun sira seluk. Garante katak kopu labele iha sinál nakfera ka fera.

Dizolve oksijen

Dizolve Oksijene (DO) mak sasukat ida husi kuantidade oksijene ne'ebé apresenta iha bee. Jeralmente, Bee-rai-okos, sei kontein oksijene ne'ebé bele nabeen wainhira menus kontaktu direktu ho ár ka wainhira oksijene ne'ebé eziste utilizadu iha kímiku no prosesu mikro-biolojia.

Ekipamentu

Ekipamentu ne'ebé sei presiza ba métodu ida ne'e inklui:

- Metru oksijene ne'ebé bele nabeen no sonda (elektroda)
- Matadalan operasionál ba metru no sonda
- Membran reserva np solusaun elektrolit ba sonda
- Bateria reserva ba metru

Kalibrasaun

DO *probe* mak jerálmente kalibradu iha lengan espesiál ne'ebé kontein bee-sponja saturadu molok kada viajein sampel no periódikamente durante foti amostrajein, ezemplu kada sampel sanulu ka lor-loron tenki halo pasa revista se karik metru kalibrasaun namlele bá-mai.

Prosedimentu

1. Loke metru no husik 15 minutus hodi metru bele atinji ekilibru molok kalibrasaun.
2. Kalibradu kada metru molok uza, bazeia ba instrusoens husi manufaktura.
3. Rai sonda iha korente bee.
4. Marka metru hodi sukat temperatura no husik temperatura to'o estabiliza. Rekorda temperatura ba iha folha rezultadu kualidade bee.
5. Troka metru hodi bele akapta 'dizolve oksijene. Rekorda ita bo'ot nia rezultadu ba iha Informasaun Foru no Folha Análiza Rai-kuak (refere ba Apendíse 2).
6. Teste fila-fali bee hodi hetan rezultadu replikadu kampu.

Redox Potensiál (Eh)

Redox potensiál (Eh) mak sasukat ida ba oksijene/redusaun kondisaun husi sistema bee-rai-okos. Informasaun ida ne'e sêrve wainhira uza ba interpretaun metal species iha solusaun no posível efeitu korosivu ba bee-rai-okos iha pipa metál (Lloyd no Heathcote, 1995). Redox mak sukat husi unidade husi millivolt (mV) no baibain relata hanesan relativu ba padraun elektroda hidrojene (SHE). Eh ne'ebé ás (>400 mV) indika tendensia oksidante bee-rai-okos ne'ebé forte no menus Eh (<400 mV) indika tendensia redusaun bee-rai-okos ne'ebé forte.

Ekipamentu

Ekipamentu ne'ebé ita bo'ot sei presiza ba métodu ida ne'e inklui:

- Metru redox no sonda (elektroda)
- Matadalan operasionál ba metru no sonda
- Bateria reserva ba metru

Kalibrasaun

Tenki garante katak wainhira atu kalibra metru tenki bazeia ba instrusoens manufaktura, molok uza kada metru.

Prosedimentu

1. Loke metru no husik to'o 15 minutus ba kada metru hodi atinji ekilibru molok kalibrasaun.

2. Kalibra kada metru molok uza bazeia ba instrusoens manufaktura.
3. Rai sonda iha kontentor sampel.
4. Troka metru hodi akapta '*redox*' iha relativu mV (SHE). Rekorda ita bo'ot nia rezultadu iha Informasaun Bore no Folha Análiza Kampu (refere ba Apendise 2). Nota katak *redox* sonda balun sei la relata redox iha SHE no sasukat ORP presiza aumenta ba voltajen husi sistema referensia. (tipikalmente ~200 mV), ne'ebé mós depende ba temperatura. Refere ba matadalan operatóres.
5. Teste fali bee hodi hetan rezultadu replika rai-kuak.

Alkalinidade uza alkalinidade titrator

Titrator Dijital mak instrumentu dispensing ida ne'ebé mak detalla monta ho kartrijé kompaktu ne'ebé kontein titulante konsentradu (Figura 5). Tutulasaun ne'ebé ezatu halo la-bokar no fragilidade konvensionál bureta. Parafuzu drive prinsipal iha titrator dijital kontrola dezentupidór ne'ebé haforsa titrant konsentradu husi kartriye iha arus reguladu hosi tubu. Orgaun titrator mak konstrui husi *precision-molded, heavy-duty*, kimiki-impaktu-rezistente asetál plastiku. Ezatidaun husi modelu ne'e nia taxa iha $\pm 1\%$.



Figura 5: *Digital titrator hodi sukat alkalinidade*

Alkalinidade titrator mak refere ba padraun burete dezpenser ba razoens balun:

- Kiik liu, unidade ida ne'ebé lais hodi uza iha kampu. Laiha pesa kopu.
- Ezatu to iha $\pm 1\%$
- Kuaze laiha ekspozisaun ba asidu, ho volume asidu konsentradu ida ne'ebé kiik ne'ebé direktamente fô sai ba iha sampel liuhosi tubu ita ne'ebé taka metin.
- Unidade dijital 'automatikamente' konta acid ne'ebé haruka ona ho fatór ida ne'ebé simples hodi konverte ba alkalinidade iha mg/L.
- Asidu cartridges ne'ebé taka metin bele troka no métodu multiplu titrasaun ne'ebé disponivel.

Ekipamentu no reagente

Ekipamentu no reagente sira ne'ebé mak presiza ba métodu ida ne'e, inklui:

- *digital titrator*
- titrasaun *cartridge*
- alkalinidade reagente set

- *erlenmeyer flask 250 ml*
- *Silindru graduadu*
- *pipete*

Prosedimentu

1. Hili volume sampel no Sulfuriku Asidu (H_2SO_4) Titrasaun Kartukus koresponde ba espetativa konsentrasaun alkalinidad hanesan mg/L kalsium karbonatu ($CaCO_3$).
2. Hatama tubu ne'ebé mos ba iha Tritrasaun Kartukus. Aneksu cartridge ba iha orgaun titrator.
3. Loke puxador hodi hasai titrant balun. Muda kontador ba zero no hamaran tip refere.
4. Uza silindru graduadu ka pipeta hodi sukat sampel volume.
5. Muda sampel ba iha frasku *Erlenmeyer* 250-mL ne'ebé mos. Hamihis karik nesesariu.
6. Aumenta kontein ida husi *Phenolftaleina Indikador Pó Traveseiro* no redemoñu hodi kahur. Se karik solusaun sai korderoza, titrate ba iha pontu final ladun kores.
7. Tau tubu tip ba iha solusaun no frasku redemoñu wainhira titratu ho sulfuriku asidu. Rekorda numeru dijitu ne'ebé presiza.
8. kalkula: $\text{Dijitu Requiridu} \times \text{Digit Multiplador} = \text{mg/L } CaCO_3 \text{ Phenolftaleina Alkalinidad}$.
9. Aumenta kontein ida hosi *Bromcresol Metil-matak Mean Indikador Pó traveseiro* ba iha frasku no redemoñu hodi kahur.
10. Kontinua titrasaun ho sulfuriku asidu to'o iha koor esverdiadu azul-ahikesan (pH 5.1), *violeta nurak-ahikesan* (pH 4.8), ka *korderoza nurak* (pH 4.5), hanesan husu kompozisaun sampel.
11. kalkula: $\text{Total Dijitu Requiridu} \times \text{Digit Multiplador} = \text{mg/L as } CaCO_3 \text{ Total Alkalinidad}$.

Detalla kona-ba sukat alkalinidad uza digital titrator bele hetan husi

http://www.hach.com/fmmimghach?/CODE%3A1690008_24ED-210509%7C1

SAMPEL HIDROKÍMIKU

Filtrasaun ba Sampel bee-rai-okos

Rekomenda hodi filtru sampel bee-rai-okos iha rai-kuak hodi rai barometrus (causaun, aniaun, no isotopu balun) durante atraza entre amostrajein no analysis. Iha métodu oioin no ekipamentu disponivel ba kampu filtration, husi sitema siringa simples ba bomba automatiku (positivu) presaun ka sistema vacuum (presaun negativu). Jeralmente 0.45 μm filtru uza ona hodi hamoos sampel bee-rai-okos iha rai-kuak.

Filtru Saringa

Iha filtru deskartavel oioin no siringa ne'ebé disponivel iha merkadu no pronto atu uza hodi filtru sampel bee-rai-okos iha rai-kuak. (Figura 6).



Figura 6: *filtru Siringa*

Sampel tenki direktamente hatama ba siringa hosi amostrajein beaker. Siringa tenki solur ho sampel dala tolu. Tuir mai ense bee ba iha siringa molok filtru 0.45- μm aneksu ba iha siringa. Tuir mai hanehan sampel ba iha filtru no husik filtrate hela iha kontentor foun, hodi solur dala tolu ho sampel ida ne'ebé filtradu. Kuida hodi garante troka filtru tamba sira iha tendensia hodi taka metin. Forsa liu bele estraga filtru ka afeita propriedade sampel.

PROSEDIMENTU AMOSTRAJEÍN NO PREPARASAUN SAMPEL

Kolekta no prepara sampel ba kímiki maior, element trasu, nutriente no isotope sira bazeia ba Tabela 2 iha karaik ne'e.

Aniaun

Aniaun sira barak iha bee-rai-okos (Cl^- , SO_4^{2-} , F^- , Br^- , NO_3^- and PO_4^{3-}) bele análiza uza ion chromatography. Aniayn sira balun (F^- , I^-) bele análiza hosi tékniku ione elektroda espesifiku (ISE). Bikarbonatu (HCO_3^-) mak determinadu hosi alkalinidade titration iha kampu.

Kasaun maior no minor

Kasaun ,maior (Na, K, Ca and Mg) no minor (Fe, Si, B, Ba, Li, Sr, Al, Cu, Mn and Zn) iha bee-rai-okos bele análiza induktivamente hanabir ho emisaun *plasma*-atómiku spektrometria (ICP-AES), nomós induktivamente hanabir ho *plasma-mass* spektrométria (ICP-MS) ka ICP-optikal emisaun spektrometria (ICP-OES). Análiza U, Pb no V uza ICP-MS.

Tabela 2: Sumariu ba preparasaun sampel ba kimika, nutriente no isotopu maior no minor

ANÁLIZA	KONTENTOR	PREPARASAUN	PRESERVASAUN
Aniaun	125+ mL HDPE botir foun	Filtru liu-hosi 0.45 µm filtru membranu	Rai iha fatin malirin.
Kasaun	125+ mL HDPE foun ka botir-asidu	Filtru liu-hosi 0.45 µm filtru membranu	Asidifika ba pH <2 ho <i>ultrapure</i> nitriku asidu. Rai iha fatin malirin.
Trasu As, Se, Hg	125 mL botir kor-kafe	Filtru liu-hosi 0.45 µm filtru membranu	Aumenta turuk husi potasiun 5% ikromata iha 5% <i>ultra pure</i> nitriku asidu. Rai iha fatin malirin.
Dizolidu Organiku Carbonu (DOC)	125 mL botir PE	Filtru liu-hosi 0.45 µm filtru membranu	Jeladu iha 4°C.
Nutriente	125 mL botir PE	Filtru liu-hosi 0.45 µm HVLP filtru membranu	Malirin
Trasu Metál	125+ mL botir PE	Filtru liu-hosi 0.45 µm HVLP filtru membranu	Asifika ba < pH 2 with 0.5 mL <i>ultra pure</i> nitriku asidu. Rai iha fatin malirin
Fluoride & Iodide	125 mL brown glass bottle	Filtru liu-hosi 0.45 µm filtru membranu	Jeladu iha 4°C.
Stable Isotopes- Deuterium, Oxygen in water	28 mL glass McCartney Bottle or 15 mL Vacutainers®	Ia iha	Rai iha fatin malirin.

HDPE: Densidade polietilene ás; PE: Polietilene; GF/C: Filru kopu *Fibre*

Trace metál

Iha numeru elementu *trace* sira oioin iha bee-rai-okos (inkluindu Al, Au, As, Be, Sc, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mo, Pb, Rb, Sr, Th, Ti, U, V, W, Zr no elementu rai oitoan) bele análiza hosi induktivamente hanabir plasma-mass spektrometria (ICP-MS) ka induktivamente hanabir plasma-optikal emisaun spektroskopio (ICP-OES) ka induktivamente hanabir plasma-atómiku emisaun spektrometria (ICP-AES) . iha kazu balun tratamentu preliminaru nesesariu hodi haboot sensitividade. (ezemplu, jersaun hidridu ba As, Sb, Se; resin troka ba Pb; kolisaun/reasaun sela ba Se). *Atomic absorption spectrometry* (AAS) mak tékniku alternativu ida ba trace elementu lubun ida. Maski nia neneik maibe bele forñese informasaun kona-ba espesiasaun.

KUALIDADE MIKROBIOLOGIA BA BEE-RAI-OKOS

Sasukat husi kualidade mikrobiologia ba bee-rai-okos difisil tebes no presiza kustu. Oinsamós, atu permite detesaun inexpensive relativamente ne'ebé lais ba kontaminasaun faecal iha bee hemu, indikator bakteria faecal (FIB) uza hanesan surrogates iha estudu balun (Plazinska, 2000). Konsellu Peskiza Mediku no Saúde Nasionál (NHMRC, 2003) rekomenda hodi uza *E.Coli* hanesan indikator primaria ba kontaminasaun faecal ba bee hemu.

Indikator Bakteria Faecal

Iha waterborne pathogens barak ne'ebé kapavel hodi kauza infeksoens wainhira dijeste mezmu iha numeru ida ne'ebé kiik. Barak mak apresenta iha numeru ne'ebé boot iha ema no animal. Rekoñese katak monitorizasaun ba prezensa husi pathogens espesifiku iha bee (fornesimentu bee hemu) mak impractical. Aprosimsaun indirektu ida adopta ona universalmente wainhira bee ezaminadu ba indikator bakteria ne'ebé nia prezensa implika ba nivel balun ka kontaminasaun faecal (NHMRC, 2003).

Métodu deteksaun: filtrasaun membran

Métodu ida ne'e fô kbiit hodi halo numerasaun ba mikro-organizmu ne'ebé iha sampel bee. Sukat volume sampel mak filtradu liuhosi membran ida. Medida poru husi membrane mak mikro-organizmu mosu iha oin hosi membran. Membran tuir mai transferidu ba medium ida. (solid ka pad

saturated ho liquid medium). Hafoin inkubasaun iha temperatura espesifiku ida ba tempu ne'ebé naruk, sei mosu kresimentu. Koloni husi karakteristik morphology no koor kontadu no numeru organismu per 100 mL kalkuladu. Rezultadu espresadu iha koloni forma unidade 100 mL (CFU/100 mL).

Métodu filtrasaun membran bele uza ba numerasaun grupu mikro-organismu ne'ebé diferente iha bee hanesan indikator organismu faecal (total no thermotolerant koliforma) nomós bakteria non-pathogenic hetrotrophic ne'ebé naturalmente mosu/akontese iha bee.

Métodu ida ne'e:

- uza iha kondisaun laboratoriu ne'ebé mos, prefere liu ba iha envairumentu ida ne'ebé esteril, kresimentu media ne'ebé esteril, plates, filtration sets, botir sampel nesessariu.
- Prosesamentu sampel tenki kondukta hosi pesoál treinadu.
- Sampel bee kolektadu tenki prosesa entre oras 4 husi koleksaun.

Teste sampel bee-rai-okos ba prezensa indikator bakteria faecal uza métodu filtrasaun membran presiza marka nia laboratoriu kampu. Maizumenu metru 3-4 hosi nia espasu fatin ne'ebé fasil atu hamos no desinfektadu, prefere liu ba iha sala moos ida ne'ebé la uza hosi ema seluk, karik presiza. Prepacked sterile media no Petri plates komersialmente disponivel maibé asesu ba autoklave nesessariu ba esterilizaun ekipamentu filtrasaun no botir sampel.

Ekipamentu no sasán laboratoriu

- Esteril botir sampel ka pasta dizposál esteril Whril-pak ba koleksaun sampel
- portavél Bunsen burner
- portavél inkubator
- jelera (ba rai sasán)
- Magnifikasaun mákina eletriku ne'ebé menus (20 x), binokular, *microscope* (Millipore) uza ba tau numeru koloni iha plaka
- bomba mamuk
- filtrasaun frasku belit ka ka *manifold*, 1L koleksaun frasku
- filtrasaun jogu ida ne'ebé esteril kontein funnel ida no base (1 kada sampel)
- mikrobiolojia media (Millipore)
- petri bikan ho absorventu lafatik (disponivel hosi Millipore)
- pipete *tips* 5 mL ne'ebé esteril
- pipete 5mL automátiku
- *tweezer*
- 0.45 acetate-celulose steril filtru pakote iha envelope ida (disponivel hosi Millipore)
- alkohol

Pre-pakote steril likuidu media disponivel hosi Millipore. Mak tuir mai ne'e:

- M-Endo Broth iha 2 mL ampoules ba enumerasaun total koliforma
- m-FC Coliform Broth iha 2 mL plastiku *ampoule* ba enumerasaun termotolerante (faesal) koliforma

Prosedimentu kampu – amostrajein

- Uza botir plastiku pre-sterilised ba koleksaun sampel husi posu sira ka bee iha rai leten.
- Botir bele troka ho disposavél steril plastiku Whril-pak pasata (500mL volume).
- Sampel tenki rai iha 4°C no prosesa masimu entre oras 3 nia laran hafoin koleksaun.

Filtrasaun

- Pre-sterilizadu filtrasaun tenki uza ba prosesamentu sampel.
- Filtru volume tolu husi sampel ba kada teste (faesal ka total koliforma): 10, 50 no 100 mL.

- Uza 5 mL pipete automatiku no 5 mL steril plastiku ba volume 10 mL, no volume 50 no 100 mL bele ense direktamente ba iha funel filtrasaun graduadu.
- Uza 0.45 µm gride Millipore filtru sira pakote iha individual steril envelope.
- Rai filtru iha bikan sterile Petri iha lafatik absorbente saturadu nia leten ho appropriate mediu (M-Endo ka m-FC).

Inkubasaun no Ranke

- Inkuba bika ba enumersaun totál koliforma (ho M-Endo medium) iha 35°C ba 24 oras.
- Koliforma kolonia tipiku mak korderoza ba mean metan ho patina metaliku surfasiu – kolonia hirak ne'e deit mak bele ranke.
- Inkuba bikan ba enumersaun faesal koliforma (ho M-FC mediu) iha 44.5°C ba 24 oras.
- Típikal termotolerante (faesal) koliforma kolonia tipiku mak iha fitar koor azul oioin.
- Ranke bikan uza Millipore *microscope* hafoin 24 oras husi inkubasaun no rekorda rezultadu iha formulariu ranke.

Rezultadu

- Kalkula rezultadu hosi plaka ho nia nivel ideál kolonia 20 – 60.
- Se karik iha plaka ida deit mak iha konta ba nivel ideál nune'e: $CFU/n\text{ mL} = \text{konta}/\text{volume filtradu} \times n$, ne'ebé denota sampel volume.
- Se karik iha plaka rua ka liu mak konta ba nivel ideál nune'e: $CFU/n\text{ mL} = (\text{count1} + \text{count2})/(\text{volume1} + \text{volume2}) \times n$.
- Espresa rezultadu iha kolonia forma unidade kada 1 mL (CFU/1mL).

Informasaun adisionál ba métodu filtrasaun membran bele hetan hosi Plazinska (2000, 2003).

Métodu deteksaun: teste prezensa no absensia

Presence/absence tests (P-A) forñese informasaun kualitativu ba prezensa ka absensia mikroorganismu iha teste sampel. Wainhira kompara ho tékniku deteksaun sira seluk, P-A teste ba koliforma hetan ona métodu sensitivu balun no presiza esforsu signifikante ne'ebé menus no gastus.

Métodu ida ne'e:

- Bele uza iha kondisoens kampu
- Bele halo hosi pesoál ho treinamentu ida ne'ebé minimu.
- Bele halo ho tempe preparasaun ne'ebé minimu.

Teste *Colilert* ba deteksaun koliforma no *E.coli* uza prinsipiu '*substratu téknolojia defínidu*': substratu (kromojene np fluorojene) ne'ebé prodúz koor no *fluorescence* hafoin *cleavage* hosi enzim espesifiku. Ne'e bazeia ba deteksaun ba beta-galaktosidase ensine ne'ebé kataliza hafahe laktose ba galaktose no glukose (karakteristika hosi familia *Enterobacteriaceae*). *Assay* mak bazeia ba reasaun biokímiki ne'ebé beta-galactosidase cleaves substratu (ONPG) hodi prodúz nitrophenol kinur (Manafi et al. 1991).

Deteksaun *E.coli* mak bazeia ba deteksaun aktividade beta-glucoronidase (substratu mak hidrolisedu hosi beta-*glucoronidase* hodi prodúz end-product ne'ebé *fluoresces* wainhira iradiatu ho laloran-naruk naroman UV).

Colilert mak US EPA aprovalu no inklui ona iha Padraun Métodu Ezaminaun ba Bee no bee-stragu. Uza kuaze liuhosi 90% iha laboratoriu iha paiz Estados Unidos tomak (APHA, 1995).

Ekipamentu no sasán laboratoriu

- Esteril botir sampel ka disposavél steril Whril-pak pasta ba koleksaun sampel
- Wainhira esteril ekipamentu ba koleksaun sampel la disponivel, sampel bele kolektadu direktamente ba iha mákina inkubasaun 100 mL
- portable field incubator
- lampu UV liman
- steril 100 mL sampel vesel
- pre-pakote dehidratu média ho substratu apropiadu

Prosedimentu kampu: amostrajein no inkubasaun

- kolekta sampel bee iha botir ka pasta ne'ebé esteril (hanesan deskreve ona iha leten.). Se karik botir ne'ebé esteril la disponivel, kolekta direktamente hosi mákina inkubasaun.
- Kolekta sampel 100 mL ida deit no inkuba sampel refere.
- Mákina sampel iha volume 100 mL markadu iha botir nia sorin, nune'e la presiza ekipamentu adisionál hodi sukat ne'ebé esteril.
- Aumenta dehydrated Colilert reagente iha saset ne'ebé seidauk sukat ba sampel.
- Inkuba sampel iha 35°C ba 24 oras.

Rezultadus

- Ezamina sampel hafoin 24 oras – mudansa iha koor kinur indika prezensa hosi koliforma.
- Ezamina sampel iha laloran-naruk naroman *UV* uza lampu liman ne'ebé kiik – *fluorescence* hosi sampel indika teste positivu ba *E.coli*.

Guia kona-bá Kualidade Bee

Austrália nia guia kona-bá kualidade bee ba hemu (ADWG, 2004) no irigasaun, bee ba pekuaria no ekosistema aquátiku sira (ANZECC/ARMCANZ, 2000) hanesan sumariza iha Tabela 3. Guia ne'e hatuur bareira espesifiku ba kualidade bee ne'ebé mak intende atu uza ba uzu espesifiku. Meta husi protesaun ba bee-rai-okos mak atu proteje rekursu bee-rai-okos iha nasaun hodi rekursu sira ne'e bele suporta sira identifika benefisiu uzu no valoriza ekonomikamente, sosialmente, no sustentavel ambiental no maneira asetavel.

Guia nia valor sira determina ona ba komponente kimíku sira ne'ebé mak konsidera atu iha potencia signifíkante ba estraga ema nia saude iha konsentrasaun ne'ebé ás liu limita. Guia nia valor sira tenke atu la ás liu abastesimentu bee publiku. Ida ne'e mós bele nota katak halo liu valor guia ne'e bele la sempre sai preokupasaun imediatu, maibé sai de'it hanesan trigger ida ba atualiza asaun.

Tabela 3: Austrália nia guia ba bee hemu^a, Pekuaría^b no Bee ba Irigasaun^b

BARAMETRU	BEE BA HEMU (MG/L)		BEE BA PEKUARIA	IRIGASAUN LTVD	IRIGASAUN STVE
	SAÚDE	AESTÉTIKU	(MG/L)	(MG/L)	(MG/L)
Térmotolerante Koliiforma	0 CFU/100 mL	-	100 CFU/100 mL	<10-10000 CFU/100 mL	
Aluminiu	NAD	0.2	5.0	5.0	20
Antimonia	0.003	-	-	-	-
Arséniku	0.007	-	0.5-5 ^c	0.1	2
Bariu	0.7	-	-	-	-
Beríliu	NAD	NAD	-	0.1	0.5
Boronu	4	-	5.0	0.5	Dependente ba koilleta
Kalsium	-	-	1000	-	-
Kadmiu	0.002	-	0.01	0.01	0.05
Klorida	-	250	-	Dependente ba koilleta	Dependente ba koilleta
Kromium (VI)	0.05	-	1.0	0.1	1
Kobaltu	-	-	1.0	0.05	0.1
<i>Copper</i>	2	1	0.4 (bibi) 1 (karau) 5 (fahi/manu)	0.2	5
Fluorida	1.5	-	2.0	1.0	2.0
Iodidea	0.1	-	-	-	-
Ironu	-	0.3	-	0.2	10
<i>Lead</i>	0.01	-	0.1	2	5
Litiu	-	-	-	2.5 (0.075 iha sitru)	
Magnesi	-	-	-	-	-
Manganes	0.5	0.1	-	0.2	10
Merkuria	0.001	-	0.002	0.002	0.002
Molybdenu	0.05	-	0.15	0.01	0.05
<i>Nickel</i>	0.02	-	1.0	0.2	2
Seleniu	0.01	-	0.02	0.02	0.05
Osanmutin	0.1	-	-	-	-
Sodiu	-	180	-	Dependente ba koilleta	Dependente ba koilleta
Uraniu	0.02	-	0.2	0.01	0.1
Vanadiu	-	-	-	0.1	0.5
Zinku	-	3.0	20.0	2	5
Amónia (N)	-	0.41	-	-	-
Nitritu (N)	0.9	-	9.12	-	-
Nitratu (N)	11.3	-	90.3	-	-
pH	-	6.5-8.5	-	6-8.5	
Sulfatu	500	250	1000	-	-
TDS	-	500	Dependente ba armaieín	Fatin espesifiku	fatin espesifiku

^a Husi Austrália nia Guia kona-bá Bee Hemu, Estratejia kona-bá Jestaun Kualidade Bee, NHMRC/NRMMC, 2004.

^b Husi Austrália no Nova Zealandia sira-nia Guia ba Kualidade Bee Fresku no Tasi, ANZECC/ARMCANZ, 2000.

^c Bele tolera karik la fó hanesan aditiva aihan ida no nivel natureza iha dieta ne'e tuun.

^d LTV denota iha valor *trigger*, konsentrasaun másimu husi kontaminante iha bee irigasaun ne'ebé toleradu presume tinan 100 husi irigasaun bazeia ba asumsaun irigasaun nia *loading*.

^e STV denotea valor *trigger ba tempu badak*, konsentrasaun másimu husi kontaminante iha bee irigasaun ne'ebé bele toleradu ba periodu tempu barak (tinan 20), assume másimu anuál irigasaun hanesan ba rai hanesan ba iha LTV.

NAD denota Dados La Disponivel.

Asuransia Kualidade/Kontrolu Kualidade

Asuransia Kualidade/Kontrolu Kualidade (QA/QC) hanesa pakote ida husi prinsipiu funcionamentu sira ne'ebé adopta atu tulun prodúz dados ne'ebé mak ladauk hatene, konsistente no kualidade defensível. Prosesu QA/QC utiliza ona atu verifika akurasia no prezisaun husi prosedura eksperimentu iha terrenu no análise iha laboratoriu no halo ona liu-hosi halo duplikasaun, ameasa no sampel ekipamentu mamuk sira. Prosedura QA/QC deskreve iha seksaun ne'e desenvolve tiha ona liu-hosi Austrália nia projetu avaliasaun kona-bá kualidade bee-rai-okos (Please et al. 1996; Watkins et al. 1998).

ASURANSIA KUALIDADE

Asuransia Kualidade (QA) sai hanesan política, prosedimentu no asaun sira atu estabelese hodi fó no mantein dados nia konfidensia iha integridade no akurasia. Ba programa eksperimentu ida atu atinje nia objetivu sira, rigoroso no iha verifikasaun duni ba programa sira, komparaun no komunikasaun tenke implementadu. Atu hetan kolekasaun dados ne'ebé konsistente, sistema QA ida tenke atu halo tuir.

Erru iha eksperimentu iha terrenu too iha nivel ne'ebé mak sei bele aseitável ba utilizador dados, programa QA ida tenke implementa husi faze dezeńu programa eksperimentu too ba iha laboratoria. Durante etapa sira ne'e, QA tenke inklui *peer review*, treinamentu, estadarizasaun prosedimentu terrenu, submisaun sampel (mamuk) kontrolu kualidade, *container* sampel no verifika ekipamentu terrenu sira, prosesu transportasaun ba sampel no traseabilidade, kontinua halo revizaun no hadi'ak planu eksperimentu iha terrenu.

KONTROLU KUALIDADE

Kontrolu Kualidade (QC) mak sampel ka prosedimentu ne'ebé mak atu uza hodi verifika dezempeñu karakterístika sistema ida. Eksperimentu Bee nia QC tenke foka ba asejura rezultadu sira ne'ebé sei hetan husi analiza sampel sira reprezenta bee-rai-okos hanesan wainhira sampel ne'e kolekta ona. Ne'ebé karik iha ne'ebá iha mudansa signifíkante ruma akontese, ka kontaminaun mosu, tan de'it *container*, rai no transportasaun sampel, ida ne'e sei anota husi QC.

Tipu no número husi sampel QC sira ne'ebé kolekta ona tenke bazeia ba dados kualidade objetiva sira. Konfidensia ne'ebé rekere iha rezultadu sira sei refleta iha número sampel QC; sampel QC barak liu tan sei fó konfidensia boot liu tan iha rezultadu sira. Tipu komun liu husi sampel QC mak lakuna, aumenta no duplikadu, sira-nia objetivu no rekerimentu minimu sira mak sumariza hanesan tuir-mai.

Lakuna

Lakuna ida mak porsaun ida husi bee deionizadu ne'ebé mak lori liu-hosi hothotu ka parte samel no prosesu análikál no ne'e designadu atu fó indikasaun ida husi kontaminaun. Ida n'e importante katak volume utilizadu ba lacuna ne'e bele hanesan ho sampel sira. Tipu oioin sira husi lakuna mak hanesan:

Métodu lakuna sira: Sampel ida husi bee deionizadu mak lori-liu hosi sampel no prosesu análikál sira hotu

Lakuna viajeín sira: Lakuna sira ne'e mak utiliza hodi montioriza kontaminaun potensial sira durante hiit sai no rai bee. Lakuna sira ne'e haruka ona husi laboratoria ho botir mamuks ira no nafatin ho sampel sira seluk liu-hosi sampel viajeín sira maibé la nakloke iha terrenu.

Fatin no ekipamentu lakuna sira: Lakuna sira ne'e foti ona husi kondisaun fatin no inklui filtrasaun no adisaun husi prerepresentativu sira, wainhira apropiadu.

Duplika Sampel

Sampel sira ne'e foti atu teste ba prezisaun analitikál iha laboratoriu no tau liu-hosi filtrasaun, rai no prosesu hanesan. Ida husi fatin 10 - 15 tenke hetan sampel iha triplikadu hodi fó pakote sampel sira hanesan tuir-mai:

- Orijinál
- Duplikadu
- Aumenta Duplikadu

Sampel ida hakfahek, ka sampel tolu tau iha botir ida hamtuk sei imeditatamente susesaun no kada sampel hetan ona nia númeru identifikasaun rasik. Duplika sampel sira, prepara ona besik ba kada sampel sanulu, bele utiliza ba monitoriza reproduibilidade husi sampel no analize. Kalkula diferença pursentajeín relative (RPDs) ho observa variasaun iha duplikasaun hanesan tuir-mai (Nielsen, 1991):

$$\text{Diferença Pursentajeín Relativu (\%)} = \frac{\text{konsentrasaun } S_A - \text{konsentrasaun } S_B}{\text{médiu konsentrasaun husi } S_A + S_B} \times 100$$

Ne'ebé S_A denota Sampel A; S_B denota duplikadu, sampel B; unidade sira sei konsistente iha kalkulasaun ida nia laran.

Aumenta Duplikadu Sampel

Sampel sira ne'e foti atu hodi teste akurasia husi prosesu análitika no detekta degradasaun ruma ka alterasaun kimikal sampel ruma husi pontu koleksaun ba análize. Hatene montante númeru elementu sira interesadu sira bele hatama ba sampel ida. Solusaun gravadu ne'e lori ba iha terrenu no hatama durante prosesu halo sampel, baibain wainhira foti sampel duplikadu ida.

Sampel ne'ebé atu grave tenke filtra iha dalan hanesan orijinál no duplikadu. Litru 5 husi sampel ne'ebé filtra ona ba grava sampel ida. Ida ne'e tenke rai iha fatin malirin to presiza fali. Rai gravasaun solusaun sira hothotu iha jaleira too presiza. Fase kopu sira hotu iha 5 % HCl + 3 fase iha bee deionizadu hafoin kada prosedura gravadu.

Nota katak iha kazu balun volume sampel gravadu hatama ba analiza menus husi volume sampel ne'ebé analiza normalmente. Ida ne'e presiza atu minimiza uzu husi gravasaun solusaun sira ne'ebé karun liu, pesoál sira ne'ebé halo sampel tenke asegura katak abastesimentu adekuadu husi botir ba halo sampel ne'e rai kompletu.

Balansu Kasaun-Aniaun

Akurasia husi analiza laboratoriu bele nafatin verifika liu-hosi hare iha balansu kasaun-aniaun.

Desde bee ne'e karega naturalmente, montante husi aniaun sira tenke hanesan ho montante kasaun sira. Balansu Kasaun-aniaun ne'e normalmente ekspresa iha pursentajeín.

$$\text{Balansu ione} = (\sum C - \sum A) / (\sum C + \sum A) / 100$$

Ne'ebé, $\sum C$ mak montante husi kasaun no $\sum A$ ma total husi aniaun. Wainhira balansu aniaun-kasaun ne'e >5% ne'ebé indika erru ida iha analiza no rezultadu tenke la bele atu depende wainhira halo interpretasaun ruma.

Referénsia

- Guia Austrália nia kona-bá Bee Hemu, NHMRC no NRMMC 2004, disponivel iha www.environment.gov.au/water/publications/quality/index.html.
- ANZECC/ARMCANZ (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council/Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand), 2000. Australian and New Zealand water quality guidelines for fresh and marine waters. National Water Quality Management Strategy.
- ARMCANZ 2003. Minimum construction requirements for water bores in Australia. National Minimum Bore Specifications Committee, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand.
- NHMRC, 2003. Review of Coliforms as Microbial Indicators of Water Quality. National Health and Medical Research Council. Commonwealth of Australia.
- Plazinska, A. 2000. Microbiological quality of drinking water in four communities in the Anangu Pitjantjatjara Lands, SA. Bureau of Rural Sciences, Canberra.
- Please, P.M., Watkins, K.L. and Bauld, J. 1996. A groundwater quality assessment of the alluvial aquifers in the Logan-Albert catchment, SE Queensland. Australian Geological Survey Organisation Record 1996/48.
- Sundaram, B., Feitz, A., Caritat, P. de, Plazinska, A., Brodie, R., Coram, J. and Ransley, T., 2009. Groundwater Sampling and Analysis – A Field Guide. Geoscience Australia, Record 2009/27, 83 pp.
- Timms et al. 2009. Groundwater Monitoring, Evaluation And Grower Survey, Namoi Catchment, Report No. 1 - Review Of Groundwater Information And Monitoring Framework. UNSW Water Research Laboratory Technical Report 2009/04 prepared for Cotton Catchment Communities CRC and Namoi Catchment Management Authority.
- US Geological Survey, 2001. Groundwater level monitoring and importance of long-term water level data. USGS Circular 1217.
- Waterwatch Australia National Technical Manual, 2005. Module 6 Groundwater Monitoring. Department of the Environment and Heritage, Canberra.
- Watkins, K.L., Kulatunga, N. and Bauld, J. 1998. Groundwater Quality of the Murray-Riverina Catchment, NSW: Wakool-Cadell and Denimein-Berriquin Regions. Australian Geological Survey Organisation Record 1998/32.

Apendize 1: *Checklist* kona-bá Ekipamentu iha Terrenu

LISTA EKIPMENTU	CHECK	LISTA EKIPMENTU	
<i>Purging/ekipamentu sampel</i>		Pasta Kit / box ekipamentu	
Lampira no pila sira ba Nivel bee		Fita (gafa, maske)	
Metru kualidade bee		Luvras	
Standar atu kalibra metru kualidade bee		Intrumentu sira— <i>xave/shifter/ Xave Stillson /oben parafuzu</i>	
Bomba, tubulasaun		tisu	
Meja foru no kadeira		Hena hamos meja (inafetadu)	
Gerador		Lixu fatin	
<i>Bailers & cord</i>		Pasta Ziplock ba sampel	
Botir ba tau sampel		Lubas	
<i>Label</i> ba sampel		Reserva mákina mota bomba	
<i>Eskies & jelo</i>		Ekipamentu Seguru	
Dekontaminasaun		<i>First-aid kit</i>	
Balde		<i>Sunscreen</i>	
Bee demineralizadu		Bee hemu	
Deterjen solusaun		Telemovel	
Sponja no skoba dudu		PPE — sapeo boot	
Plastik nahe ba rai		—sasan ba klima malirin	
Dokumentasaun		— sapatu okos besi	
Planu ekperimentu		— oklu	
Mapa fatin perfurasaun		— kalsa servisu	
Fatin planue ona		—kamiza liman naruk ba loro manan	
Rejistu posu perfura		Miscellaneous	
Notebook iha terrenu		<i>Calculator</i>	
<i>Chain of Custody</i>		<i>Kamera & bateria/karegador</i>	
Lapijera & tekstu		Xavi perfurasaun	
MSDS		GPS & bateria	
		<i>Busines/ID card</i>	

Apendize 2: Informasaun Posuperfura no formuláriu analiza iha terrenu

FATIN ID	DATUM UTILIZA: Alt = S = E =
Sampel ID	Data

Sukat T.D. (m)		
Sukat W.L. (m)		
Revestimentu ás (m)		
Radius psu (m)		
Slots/Screen @ (m)		
Bomba nia klean (m)		
Bomba horas uza		
Bomba horas hamate		
Hóras bomba (min)		
Médu taxa fluxu (L/min)		
(husi figura konversaun taxa fluxu)		
Redúz T.D.(m)		Sukat T.D. – Revestimentu ás
Redúz W.L.(m)		Sukat W.L. – Revestimentu ás
Koluna bee (m)		Redúz T.D. - Redúz W.L.
Aproksimatu revestimentu volume (L)		$3.1416 \times \text{radius}^2 \times \text{koluna bee} \times 1000$
Aproksimatu vol. hasai (L)		Hóras bomba x médu taxa fluxu

Análize terrenu:

TEMPU	TAXA FLUXU (L/MIN)	PH	TEMP °C	D.O. (MG/L)	REDOX MV	EC µS/CM

<u>Komentariu</u>	Redox koreksaun fator mós atu aplika ás liu ba valor redox = mV

